ANDRZEJ POMIAN-BOCZKOWSKI
B. ASYSTENT UNIWERSYTETU KIJOWSKIEGO

CO WINNIŚMY WIEDZIEĆ O WALCE CHEMICZNEJ



Baterja miotaczy Livens'a.

1934

NAKŁADEM ZWIĄZKU ZAWODOWEGO FARMACEUTÓW PRACOWNIKÓW W RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ
WARSZAWA, MARSZAŁKOWSKA 138

CO WINNIŚMY WIEDZIEĆ O WALCE CHEMICZNEJ

ANDRZEJ POMIAN-BOCZKOWSKI
B. ASYSTENT UNIWERSYTETU KIJOWSKIEGO

CO WINNIŚMY WIEDZIEĆ O WALCE CHEMICZNEJ

1934

NAKŁADEM ZWIĄZKU ZAWODOWEGO FARMACEUTÓW
PRACOWNIKÓW W RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ
WARSZAWA,
Marszałkowska 138

ZAKŁADY DRUKARSKIE F. WYSZYŃSKI I S-KA, WARSZAWA, WARECKA 15.

WSTĘP.

Wielki dramat p. t. „Wojna Światowa“ zakończył się przed 15 laty.

Wielu uczestników tego dramatu pozostało na arenie teatru wojny na zawsze. Ci co wrócili do swych domostw, nieraz wspominają po dzień dzisiejszy złego genjusza ludzkości, który jako reżyser wielkiego i dziejowego dramatu, podporządkował sobie, nietylko miljony ludzi, lecz wyzyskał naukę, wyeksploatował wiedzę, technikę i przyrodę.

A gdy zabrakło surowca — żelaza do walki, podporządkował sobie atomy gazów bojowych, które siały jeszcze większe spustoszenia od pocisków armatnich.

Niektórzy z żyjących obecnie byli świadkami tego dziejowego dramatu ludów o niezliczonej ilości odsłon i obrazów, większość społeczeństwa, szczęśliwym zbiegiem okoliczności, uniknęła tego widowiska.

Młode pokolenie, które podrosło w czasie ostatnich 15 lat powojennych, uważa wojnę światową, jako już dawno miniony fakt historyczny i, czytając wspomnienia z okresu tej wojny, nieśmiało zadaje pytania: „czyżby tak być mogło“? Czy genjusz i myśl ludzka byłyby tak podłe, że wyzyskały najnowsze postępy techniki i nauki dla mordu narodów?

A jednak tak jest, życie twierdzi, że „nie można cofać postępu chociażby w swych skutkach był stokrotnie straszniejszy od dawnych metod“.

Niektórzy uważają, że zastosowanie gazów bojowych stało się koniecznością, gdyż fortyfikacje żelazo-betonowe skuteczny stawiają opór pociskom kruszącym, a zatem tylko gaz może wykurzyć nieprzyjaciela z wzmocnionego ukrycia i tem przyśpieszyć koniec wojny.

Niektórzy historycy wojny twierdzą, że przyszłe wojsko widzą jako wojsko chemiczno-gazowe, albowiem gaz nietylko w przyziemnych warstwach atmosfery, lecz i w górnych odegra wielką rolę.

Na podstawie osobistych przeżyć, wspomnień, notatek, literatury i rozważań podamy może najhaniebniejszy fragment dramatu z wojny światowej (niegodny cywilizacji XX. wieku), a mianowicie — stosowanie broni chemicznej czyli t. zw. gazów bojowych, by uświadomić o przyszłej możliwości nowego dramatu, który musimy przetrwać i — zwyciężyć.

AUTOR.

OD WYDAWCÓW

Związek Zawodowy Farmaceutów Pracowników w Rzeczypospolitej Polskiej jeszcze w roku 1924 powziął myśl przeszkolenia wszystkich członków swej organizacji w dziedzinie obrony przeciwgazowej, uważając to za konieczne ze względu na charakter samego zawodu oraz — na stanowisko społeczne farmaceutów. W lokalu Związku wygłoszono na powyższy temat cały szereg referatów. Jednym z pierwszych prelegentów (1924 r.) był Szan. Autor niniejszej pracy p. kol. A. Boczkowski. W latach 1931 — 1933 Stołeczny Komitet L. O. P. P. przeszkolił na terenie Związku kilkuset farmaceutów w charakterze instruktorów obrony przeciwgazowej.

Poza tem w Warszawie zorganizował się Farmaceutyczny Komitet Międzystowarzyszeniowy do obrony przeciwgazowej, który również przeszkolił pokaźną liczbę farmaceutów.

Ogółem w Warszawie zorganizowano dotychczas 6 kursów dla instruktorów obrony przeciwgazowej przy stołecznym komitecie L. O. P. P., powiększając w ten sposób zespół instruktorów obrony przeciwgazowej o 400 osób, posiadających za sobą studja uniwersyteckie przyrodniczo - chemiczne. Na prowincji również przeszkolono kilkuset farmaceutów.

Ponieważ Zarząd Zw. Zaw. Farm. Prac., jak i inne pokrewne organizacje farmaceutyczne, nie chcą poprzestać na tych kilku kursach, a dążeniem ich jest przeszkolenie wszystkich kolegów rozsianych na całym obszarze Państwa, przeto wyłoniła się konieczność wydania taniego i dostępnego podręcznika z zakresu walki chemicznej.

W tym celu zwróciliśmy się do zasłużonego w tej dziedzinie jednego z pierwszych propagatorów obrony przeciwgazowej (od 1919 r.) p. kol. M-ra A. Boczkowskiego, który nam użyczył do druku swą pracę, składającą się z szeregu systematycznie ułożonych odczytów, obejmujących w głównych zarysach całokształt walki chemicznej, obrony przeciwgazowej i ratownictwa zagazowanych.

Uzyskany materjał postaraliśmy się ująć w postaci książki p. t. „Co winniśmy wiedzieć o walce chemicznej", celem popularyzowania tak ważnego zagadnienia, jakiem jest obrona przeciwgazowa, nie tylko wśród farmaceutów, lecz i wśród szerszych warstw społeczeństwa.

Zarząd Główny
Zw. Zaw. Farmaceutów Pracowników
w Rz. Pol.

CZĘŚĆ I. OGÓLNA.

HISTORJA BRONI CHEMICZNEJ.

Przed wojną światową niewiele osób zdawało sobie sprawę, jak wybitną rolę odgrywa i może odegrać w przyszłości podczas wojny — chemja.

Sukcesy zastosowania broni chemicznej podczas ostatniej wojny światowej w postaci gazów, substancyj trujących stałych i płynów żrących — były tak widoczne, że nawet zdeklarowani ignoranci i sceptycy uznali takowe, jako broń najniebezpieczniejszą.

Przed wojną światową powszechnie mniemano, że zadanie chemji w wojsku polega li tylko na wytwarzaniu substancyj wybuchowych i pirotechnicznych, t. j. takich materjałów, które posiadają pewien zasób nagromadzonej energji, a którą w miarę potrzeby odpowiednio się wyzyskuje. Lecz co dziwne, nie brano pod uwagę zasadniczej różnicy pomiędzy chemicznemi środkami bojowemi, a resztą materjału bojowego, chociaż ta kwestja już była omawiana i poruszana na konferencjach w Hadze w r. 1899 i r. 1907. A mianowicie, 29 lipca w roku 1899 została podpisana po raz pierwszy umowa przez wszystkie prawie państwa, z wyjątkiem Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej, zabraniająca używania podczas wojny gazów duszących i trucizn. Po raz drugi zaś w r. 1907, na takiej samej konferencji w Hadze, na wniosek Niemców, potwierdzono w artykule 25 — zakaz używania gazów trujących, gdzie jednocześnie została zagwarantowana nietykalność Belgji. Byliśmy jednak świadkami, jak „solennie" Niemcy dotrzymały swych obietnic—po dwukrotnie podpisanej przez nich umowie, co do nietykalności Belgji (w r. 1914) i niestosowania gazów bojowych.

Na konferencji w Hadze — Niemcy już dążyli do uśpienia czujności świata, szykując się sami do wojny i to wojny chemicznej.

Jak wspomnieliśmy poprzednio, ani w r. 1899 w Hadze, ani też w r. 1907 tylko Stany Zjednoczone Ameryki Północnej nie podpisały umowy, motywując swoje stanowisko mniej więcej, tem, że ten środek walki jest jeszcze mało znany i niewypróbowany, że jeśli sięgniemy dawnych czasów, to podobne zarzuty czynione były przeciw używaniu broni palnej, minom, torpedom, które nazywano bronią nieludzką, środkiem barbarzyńskim, niedopuszczalnym u narodów chrześcijańskich z punktu widzenia religijnego. Lecz dziś, gdy bez wszelkiego zastrzeżenia używane są karabiny maszynowe, miny, torpedy, olbrzymiej wagi pociski, gdy jest rzeczą dopuszczalną stosowanie łodzi podwodnych, tych kretów morskich o ich taktycznem zadaniu topienia nietylko statków wojennych, transportów wojskowych, statków szpitalnych, lecz nawet i statków pasażerskich, wrzucając nieraz po kilkaset ludzi do głębin morskich na otwartem morzu, bez żadnej nadzieji na ratunek, gdy wreszcie dopuszczalnem jest bombardowanie z aeroplanów miast i ludności cywilnej — byłoby rzeczą nielogiczną rozczulać się nad losem zatrutych gazami, skoro wojna została powszechnie uznaną za nieunikniony i legalny środek walki.

W dalszej części wspomnimy o skutkach, jakie powodują gazy bojowe oraz o sposobach ich stosowania. Obecnie, chcąc obalić dowodzenia niektórych osób, że gazy bojowe są wynalazkiem Niemców, jesteśmy zmuszeni cofnąć się nieco i przypomnieć niektóre fakty historyczne i poniekąd spostrzeżenia przyrodnicze, czyli fenologiczne.

OKRES NEOLITYCZNY, BUDOWA STRZAŁ Z KRZEMIENIA.

Truciznę, jako sposób walki, spotykamy oddawna we wszystkich szczeblach cywilizacji narodów.

Należy przypuszczać, że pierwsze spostrzeżenia o działaniu trucizn pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego wynalazł człowiek - jaskiniowiec podczas omyłkowego spożycia trujących owoców, ziół, korzeni lub też wskutek ukąszenia przez jadowite gady.

Te pierwsze doświadczenia mogły go skłonić do zastosowania tych jadów przy zwalczaniu przeciwnika zapomocą zatrucia mu jadła lub napoju.

W tym to czasie, śmiało rzec możemy, kryje się początek wojny

chemicznej. Dalszy postęp cywilizacji nauczył jaskiniowca zatruwać oręże walki, t. j. maczugi, włócznie, harpuny i dzidy, a potem strzały.

Ze źródeł historycznych czerpiemy wiadomości, że Celtowie, Scytowie, Germanowie i Słowianie szeroko stosowali użycie strzał zatrutych. Plemiona zaś dzikie Afryki Południowej, Azji i Ameryki do dziś dnia używają trucizn pochodzenia roślinnego i zwierzęcego do zatruwania strzał; niektóre z tych trucizn są nam częściowo znane, inne zaś jak np. kurarę już dokładnie zbadano.

Większość zaś trucizn, zależnie od miejscowej fauny i flory, są to skomplikowane mieszaniny silnych jadów.

Sposób otrzymywania jednakże był przechowywany w głębokiej tajemnicy, były to dość silnie działające jady, szybko i skutecznie zatruwające rany.

W miarę rozwoju kultury i cywilizacji, stosowanie trucizn lub zatrutej broni uważano w starożytnym Rzymie i Grecji za hańbę — prawdziwi rycerze rzymscy nie używali zatrutej broni, chociaż niejednokrotnie broń taka licznie ich uśmiercała.

Niewielkie greckie państewka, w czasie rozkwitu swej kultury i cywilizacji, założyły *związek „Amfiktion", który należy uważać jako pierwowzór obecnej „Ligi Narodów"*. Członkowie związku Amfiktionu zobowiązali się nie prowadzić między sobą wojny, w razie zaś ostatecznym — walczyć po rycersku, nie stosując środków niedozwolonych umową, która zabraniała używania trucizn do celów wojennych. Z chwilą upadku cywilizacji starożytnej, truciznę, jako środek walki, zaczęto stosować dość szeroko, zaś podczas rozwoju broni palnej i dalekonośnej, pierwotny ten sposób walki został zaniechany przez plemiona europejskie.

W starych źródłach historycznych spotykamy wzmianki, że w r. 431 przed Narodzeniem Chrystusa, podczas walk Sparty i Aten, był zastosowany gaz duszący. Spartańczycy zdobyli miasta Plateę i Beljum, wykurzając załogę dymem, wytworzonym z drzewa oblanego smołą i obsypanego siarką.

W odległych czasach Chińczycy, jak również Tatarzy uciekali się do dość prymitywnego sposobu wykurzania nieprzyjaciela z obozów warownych, a mianowicie: stary zjełczały tłuszcz zwierzęcy rozlewano w garnki gliniane i wykorzystując w nocy odpowiedni kierunek wiatru, stawiano je pod wały obozu warownego, następnie zapomocą rozżarzonych węgli podpalano tłuszcz, który paląc się, wytwarzał gaz o własnościach dusząco - drażniących, zwany akroleiną. Gaz ten

wywoływał wielką panikę wśród śpiącej załogi i zmuszał ją nieraz do opuszczenia obozu warownego.

W opowieściach historycznych Plutarcha znajdujemy opis z czasów wojen rzymskich z Cymbrami i Teutonami: wówczas to wódz Sertoriusz, wyzyskując kierunek wiatru, kazał wytworzyć sztuczną mgłę, która działając silnie na drogi oddechowe, pobudzała nieprzyjaciela do uporczywego kaszlu i kichania, i w ten sposób paraliżowano zdolność bojową wroga.

W historji wojen polskich spotykamy wzmiankę, że hufce Henryka Pobożnego w r. 1241, w chwili przełamywania oporu linji tatarskiej pod Lignicą na Śląsku, zostały zaatakowane gazem siarkowym.

W jednym z podręczników niemieckich z r. 1591 znajdujemy wzmiankę o zastosowaniu granatów trujących, gdzie puszkarz Brechtel podaje wskazówki, jak można zniszczyć nieprzyjaciela przez zatrucie powietrza granatami gazowemi.

Karol XII, podczas walk z Rosjanami w Estonji w r. 1700 — dość często, wyzyskując kierunek wiatru, stosował nieznane wówczas sztuczne mgły.

Podczas wojny franc.-pruskiej 1870—1871 r. jeden z aptekarzy niemieckich proponował dodawać do pocisków kruszących weratrynę, celem wywołania w szeregach francuskich silnego kichania.

Również podczas wojny sewastopolskiej w czasie oblężenia twierdzy w r. 1855 projektowano zastosować do granatów tę samą weratrynę, lecz jedynie z powodu nieznacznych zapasów tejże nie można było tego uskutecznić. Jak stwierdzono, w czasach ostatnich, admirał angielski lord Dendonald planował wykurzyć wojska rosyjskie gazami siarkowemi, i w tym celu nawet obliczona była ilość niezbędnej siarki. Do wykurzania moskali z Małachowa - kurhanu, potrzebaby było zużytkować 500 ton siarki, 2-tysiące beczek smoły i znaczną ilość słomy i nafty. Projekt ten jednak został przez komitet zaniechany, a na aktach odnotowano: „Projekt jest wykonalny i powodzenie pewne, lecz skutki będą tak przerażające, że żaden szlachetny rycerz, jak również rząd, nie zgodzą się na zastosowanie podobnych środków".

Zapadła nawet uchwała spalić wymienione akta wraz z wnioskiem, by takowe nie przeszły do potomności. Akta spalono, lecz wzmianka o tem była ogłoszona w gazetach angielskich dopiero w r. 1908.

Z przytoczonych powyżej przykładów widzimy, że zastosowanie broni chemicznej do walk datuje się od najdawniejszych lat. Wszak wspomniane wykurzanie z obozów warownych akroleiną, lub dymem

jest właściwie tym samym atakiem fali gazowej, który został zastosowany przez Niemców na większą skalę w r. 1915, granaty zaś z zawartością weratryny lub innej trucizny są przekształcone na dzisiejsze pociski artyleryjskie, miny Stokesa i Liwensa.

Rzuciwszy krótki rys historyczny rozwoju broni chemicznej, stosowanej przez ludzi, należy wspomnieć o takiej samej *walce chemicznej, toczącej się stale i niespostrzeżenie w przyrodzie.* Przyrodnik i badacz, który umie patrzeć na istotę zjawisk w przyrodzie, może przytoczyć wiele ciekawych przykładów.

Wspomnę tu tylko kilka przykładów najcharakterystyczniejszych dla wyjaśnienia, iż *sama przyroda* nauczyła człowieka, jak ma korzystać ze *środków walki,* w które go wyposażyła.

Jako przykład walki chemicznej sięgający najniższego stopnia rozwoju życia, przytoczę następujący fakt: znana powszechnie mikroskopijna, bezpostaciowa, jednokomórkowa istota pod nazwą *ameby,* która znajdując się w bagnisku lub błocie, żywi się pochłanianiem jeszcze mniejszej istoty, tak zw. mikrosfery (grzybka). Ameba, pochłaniając mikrosferę, wytwarza pewien *ferment,* który zabija tę ostatnią, przyczyniając się jednocześnie do jej rozkładu. O ile zaś ameba pochłonie większą ilość komórek grzybka — to wytworzony przez nią ferment nie wystarczy do zabicia takowych i sama ameba wtedy podlega rozkładowi. Przytoczony przykład jak najdokładniej wskazuje nam na najprostszą walkę chemiczną, która toczy się wśród takich drobnoustrojów, jak ameba i mikrosfera, i że zwycięża ta trucizna, której jest więcej.

W przyrodzie spotykamy b. wiele przykładów, wskazujących nam zdolność organizmów żywych niszczenia obcych trucizn. Wiemy o tem, że niebezpieczna trucizna niezwłocznie daje rezultaty przy bezpośrednim zetknięciu się z krwią, natomiast będąc wprowadzona bezpośrednio do żołądka - efektów żadnych nie daje, naprz. kurara jad żmij, lub drobnoustroje niektórych chorób zakaźnych.

Dowiedzionem jest, że prawie każda komórka istoty żywej wytwarza pewien ferment, który może się okazać niebezpieczną trucizną dla innych komórek tejże istoty.

Niektóre zaś organy żywych istot wytwarzają truciznę w takiej ilości, która może zabić daną istotę po przejściu całkowicie do organizmu. Jako przykład powyższego może służyć produkt nadnercza, adrenalina ($C_9 H_3 O_3 N$).

Zależnie od warunków i zdolności komórek do wytwarzania trucizn, fermentów i toksyn — określamy jakie istoty są jadowite.

Nieraz bywa, że cała istota jest przesiąknięta trucizną, naprz. zielony żuk, majek - Cantharida. To samo możemy powiedzieć o roślinach jadowitych, gdzie każda komórka wytwarza truciznę.

Ciekawem jest zjawiskiem w przyrodzie—że sama natura ostrzega żyjące istoty swym jaskrawym kolorem, silnym zapachem lub goryczą przed szkodliwemi, trującemi roślinami. Instynkt samozachowawczy zwierząt trawożernych częstokroć chroni je od zatrucia się jadowitemi roślinami. Niejednokrotnie widzimy, że trzoda na doszczętnie spasionych łąkach stale pozostawia nietknięte krzaczki jakto: datura stramonii, belladonny, hyoscjamusu, sabadylli — w miejscowościach górskich — ładne krzaczki aconitu i t. p.

Jednakże i te trujące rośliny mają swych specjalnych konsumentów w postaci gąsiennic, ślimaków i niektórych owadów.

Inne zaś rośliny w celu samoobrony *wypuszczają truciznę* przy dotknięciu *się do organizmu żywej istoty*, naprz. nasza zwykła pokrzywa posiada na powierzchni swych liści niezliczone ilości drobniutkich włosków, wnętrze których pod dość znacznym ciśnieniem osmotycznem wypełnione jest żrącą substancją. Przy zetknięciu się z ciałem włoski te wpijają się i załamują, wówczas żrący płyn przenika do miejsca ukłócia powodując zapalenie.

Z przytoczonych przykładów widzimy, jak się w naturze odbywa walka chemiczna śród flory.

Niemniej ciekawą walkę i obronę chemiczną przytoczyć możemy wśród fauny.

Znane nam są jadowite pająki, jaskrawo i pięknie zabarwione motyle, żuki, żuczki, których nie spożywają ptaki, gdyż instynkt samozachowawczy broni je od zatrucia.

To samo można powiedzieć o szczególnych gatunkach jadowitych morskich ryb, jak naprz. słynna japońska ryba tugu; a w Europie zaś w wodach słodkich rozpowszechniona jest — barwena (Barbus fluviatilis) — objawy zatruć tą rybą są podobne do objawów cholery. Nie wszystkie żyjące istoty posiadają tylko zdolność wymienionej biernej obrony chemicznej, niektóre z nich *są czynnie jadowite*, posiadają specjalne narządy do wytwarzania trucizn i porażania ciała wroga lub swej ofiary. Narządy te są połączone ze zbiornikami wytwarzającemi truciznę.

Niektóre z tych istot wydzielają na powierzchni skóry płynną truciznę, jak naprz. żaba — (zwykła ropucha) Bufo vulgaris, salamandra (Salamandra maculata) i t. d.

Niektóre wydzieliny żab w Ameryce Południowej są tak jadowite,

że tubylcy używają je do zatrucia strzał. Ukłucie przez rybę gatunku Synancea-Platoso jest podobne w skutkach do ukąszenia jadowitych wężów. Do dostarczania trucizn służą niejednokrotnie zęby, gruczoły zaś ślinowe są wytwórnią trucizny. Zęby jako narząd do przenoszenia trucizn są u niektórych istot udoskonalone w ten sposób, że zewnętrzna strona zęba ma kształt rynienki, po której ścieka jadowita wydzielina do ran. Inne zaś węże posiadają te rynienki na tylnych zębach; są to gady mniej niebezpieczne. Natomiast u tak zw. okularnika i wielu innych jadowitych węży Afryki, Ameryki, Azji i Australji — rynienki są umieszczone na przednich zębach, a ukąszenie takiego węża powoduje śmierć po kilku minutach.

Jako dalsza faza przekształcenia się tych zębów uwidocznia się u naszej żmiji, która nie posiada rynienek, natomiast — posiada zęby wydrążone. Jeszcze więcej złożone przyrządy posiadają skorpiony, albowiem dwa gruczoły umieszczone przy końcu tułowia łączą się jednym przewodem t. zw. żądłem.

Dla wyjaśnienia całokształtu walki chemicznej, toczącej się wśród zwierząt w przyrodzie, możemy wskazać sposoby samoobrony, jak *naprz. maskowanie się, odpędzania wroga żrącemi lub cuchnącemi płynami*, przez wypuszczanie *trująco - paraliżujących gazów.*

Naprz. morski ślimak mątwa (czernica) posiada w ogonie organ wytwarzający w specjalnym woreczku ciemny skoncentrowany płyn. W razie potrzeby mątwa w chwili niebezpieczeństwa wypuszcza taki płyn, mącąc swe środowisko na dość znacznej przestrzeni.

Wiele istot żyjących, jak naprzykład nasze żaby, w celu odpędzenia wroga posługuje się swym cuchnącym kałem lub moczem.

Niektóre owady mają zdolność wyrzucania swego drażniącego płynu za dość znaczną odległość. Pośród licznych żuczków, ciekawym jest maleńki żuczek, t. zw. poziomek (Brachinus craepitans), inaczej — bombardjer, który ma własność wyrzucania swego płynu z pewnym szumem na znaczną odległość. Płyn ten dymi się na powietrzu i jest żrącym do tego stopnia, że gdy dostanie się niechcący do oka — wywołuje bardzo poważne zapalenie.

Nasz tchórz krajowy odznacza się ogólnie znaną zdolnością wydzielania pewnego odoru, jednak niedorównuje pod tym względem amerykańskiemu skunksowi, czyli śmierdzielowi i w porównaniu z tym ostatnim — jest marnym fabrykantem „namiastki".

Skunks przy prostnicy ma dwa duże gruczoły, które wydzielają płyn zbierający się w rozszerzonym woreczku. Skunks jest zdolny do wyrzucenia swego płynu na odległość kilku metrów i zapowietrzenia

całego otoczenia, co broni go od napadu większych zwierząt drapieżnych.

Płyn ten jest żrący i paraliżujący, posiada *skład zbliżony do mieszaniny merkaptanów*. Człowiek oblany tym płynem traci przytomność, parę zaś kropel tego płynu, gdy upadnie na ubranie człowieka— wyklucza go na czas dłuższy z towarzystwa innych ludzi.

Z wyżej przytoczonych przykładów widzimy, że człowiek był tylko dobrym i spostrzegawczym uczniem przyrody, z chwilą zaś rozwoju wiedzy ogólnej przystąpił do realizacji swych spostrzeżeń na większą skalę.

Szeroko zastosowana dezynfekcja i dezynsekcja różnemi środkami jest niczem innem, jak walką chemiczną z zakaźnemi drobnoustrojami.

Więc mniemanie ogólne, jakoby Niemcy byli wynalazcami gazów bojowych, jest wobec przytoczonych przykładów, błędnem.

W czasie wojny anglo - boerskiej, granaty angielskie, a podczas wojny rosyjsko - japońskiej szymozy japońskie, działały *trująco, lecz działanie ich miało tylko* charakter przygodny, co jednak należy przypuszczać, zwróciło uwagę Niemców.

Wiadomem jest, że Niemcy przygotowywali się do wojny światowej przez czas dłuższy, niektórzy nawet określają ten okres na 10 do 12 lat. Należy *przypuszczać, że i prace w zakresie zastosowania broni chemicznej trwały* w tymże czasie w zacisznych państwowych pracowniach chemicznych, dostępnych tylko dla nielicznego zespołu. W tym czasie naprzykład w Berlinie istniał instytut imienia Wilhelma II.

O ile uwzględnimy wzmiankę o pracach profesora Mayera i jego asystentów nad dwuchloroaetylen - sulfiną (w r. 1896) nazwaną podczas wojny iperytem, wynalezioną już w latach 40, jak również śmiertelne poparzenie się jednego z asystentów prof. Sakura w roku 1897 i wspomnimy r. 1899, t. j. pierwszą datę podpisania umowy w Hadze, i 1907 r. podpisanie drugiej umowy, to zbieg tych dat potwierdza nasze przypuszczenia, że Niemcy szykowali się już dawno do wojny chemicznej. W r. 1890 profesor niemiecki Bayer poruszał na swych wykładach w Monachjum znaczenie niektórych środków chemicznych wywołujących łzawienie i kichanie, a profesor Haber na kilka lat przed wojną przeprowadzał nawet podobne doświadczenia w polu.

PIERWSZE PRÓBY STOSOWANIA BRONI CHEMICZNEJ.

W końcu r. 1914, gdy wojna przybrała niepomyślny dla Niemców obrót, którzy w tym czasie przekonali się o swej klęsce na *polu politycznem i ekonomicznem*, a na froncie zachodnim walka manewrowa przeszła prawie wyłącznie w walkę pozycyjną, umocnienia zaś i ochrony polowe zostały doprowadzone do doskonałości, wtedy zachwiała się wiara Niemców w skuteczność gradu swych kul i pocisków, będących na wyczerpaniu.

W tym to właśnie czasie chemicy niemieccy, profesorowie Nerst i Haber, zaproponowali Niemieckiemu Sztabowi Generalnemu wyzyskać wieloletnią pracę i doświadczenie państwowych pracowni chemicznych w celu zastosowania broni chemicznej na polu walki.

Sztab niemiecki niechętnie zgodził się na propozycje cywilnych chemików, a *nawet pierwsze nieudolnie* wykonane próby spowodowały zatrucia we własnych szeregach. Uczeni niemieccy nie dali jednak za wygrane i czyniąc w dalszym ciągu doświadczenia, przekonali Sztab o skutkach broni chemicznej.

Następną próbę *wykonano dnia 22/4 1915 r.* na odcinku Langemark — Bixschant w Belgji, przez zastosowanie ataku chlorowego w postaci fali gazowej. Na przestrzeni 6-kilometrów ustawiono około 6.000 butli stalowych z ciekłym chlorem, (ogólnej wagi około 180.000 kg.) i przeprowadzono atak, który trwał zaledwie 15 minut.

W pierwszej chwili z okopów francuskich zauważono nad okopami niemieckiemi małe białawe obłoczki, które kłębiąc się i zwiększając, urosły niebawem w olbrzymią chmurę o żółto-zielonym zabarwieniu, która będąc pędzoną przez wiatr północny — szybko przebywała przestrzeń dzielącą linję okopów. Załoga danego odcinku, składająca się z wojska francuskiego, w liczbie około *5.000 ludzi*, przeważnie senegalczykó,w z zaciekawieniem spoglądała na tę dziwną zasłonę, tem bardziej, że z chwilą tą strzelanina ze strony okopów niemieckich ucichła.

Niebawem jednak chmura gazowa nadeszła i spełniła swoje przeznaczenie, a posuwające się za nią oddziały niemieckie zajmowały jedną po drugiej linję okopów, strzeżonych przez martwą już załogę, o skręconych postawach, z wybladłemi twarzami, u których na wargach — pozostały ślady krwi i piany, wskutek pęknięcia płuc.

Zdobyczą Niemców wtedy było: 8 bateryj polowych francuskich, i 4 baterje — angielskie.

Sztab niemiecki jednak nie wyzyskał powodzenia, popełnił kapitalny błąd taktyczny, wykonał atak bez wiary w powodzenie, nie zgrupował większej rezerwy kawalerji dla rzucenia w utworzoną przerwę rozciągłą na 6 kilometrów szerokości i około 15 kilometrów głębokości.

Francuzi zaś szybko się zorjentowali i flankowem uderzeniem zasłonili przerwę, a historja tego dnia, siłą faktów, nadała prawo obywatelstwa walce gazowej.

Nauczeni doświadczeniem i ufni w działanie broni chemicznej, Niemcy dokonali pod Bolimowem w maju tegoż samego roku (1915) — drugie zaskoczenie atakiem falowym na szeregi rosyjskie; ofiarą tego ataku padło 11.000 żołnierzy.

Zaskoczenia takie, na większą skalę, udały się Niemcom tylko w tych dwóch wypadkach, ponieważ aljanci zorjentowali się szybko, na skutek czego we Francji została zorganizowana prowizoryczna, lecz skuteczna obrona przeciw atakom fali chlorowej już w przeciągu 5 dni.

Od tej chwili rozpoczyna się walka przemysłowo-chemiczna, a ponieważ „potrzeba jest matką pracy, wynalazków i zwycięstwa", więc w imię tych zasad rozpoczęła się gorączkowa praca nad masową produkcją udoskonalonych środków bojowych, jak również i środków dla celów obrony. Przy końcu wojny — mamy już setki różnych rodzajów gazów bojowych i kilkadziesiąt typów masek ochronnych.

Nie wszystkie jednak środki bojowe nadawały się do zastosowania w polu. Należy zaznaczyć, że wielka ilość tych preparatów znalazła zastosowanie u aljantów li tylko z tego powodu, że przemysł koalicyjny nie był przyszykowany do tak masowej produkcji, t. j., nie posiadał odpowiednich zapasów surowca, a ponieważ odwet musiał nastąpić niezwłocznie, musiano wyzyskiwać narazie to co było pod ręką i co fabryki mogły wyprodukować. Z pośród tych kilkuset związków chemicznych zaledwie 10—12 miały poważne znaczenie w wojnie chemicznej. Niemcy natomiast nie posiadali tak dużego katalogu substancyj bojowych, a to co mieli usystematyzowali w pewne grupy, w celu uniknięcia rozpraszania się przy fabrykacji.

Ponieważ poruszyliśmy sprawę *aktywności chemicznych środków* bojowych, tak zwanych gazów, *musimy zaznaczyć, że takowe*, w ścisłem *znaczeniu fizyko - chemicznem nie zawsze* są gazami, lecz mogą być w stanie cieczy *lub nawet ciała stałego*. Większość jed-

nak ciał stałych *zamienia się w pewnych warunkach* w parę, która się wydziela i, będąc następnie zmieszana z powietrzem, dosięga atakowanego. Wobec tego utarła się nieprawidłowa nazwa: „gazy bojowe“, właściwiej zaś byłoby nazwać je „bronią chemiczną“.

Zastosowanie gazów bojowych zasadniczo zmieniło taktykę dotychczasowej walki, a mianowicie: dawne środki walki musiały godzić bezpośrednio w żołnierza oraz we wszystkie mechaniczne zasłony, za któremi się — ukrywał, w tym wypadku jeszcze nie było uwzględnione środowisko, w którem żołnierz się znajdował, a mianowicie — powietrze. Przy dawnych warunkach walki odgrywała wielką rolę osobista odwaga, poczucie obowiązku i własne poświęcenie — dziś zaś, z chwilą zastosowania broni chemicznej, wszystkie te zalety rycerskie, wobec niezaopatrzonego osobnika w dobrą maskę, bledną; w danym razie, jak rycerz tak i tchórz — giną jednakowo.

Istota walki polega na uniemożliwieniu żołnierzowi wykonania zadań bojowych. Dawne środki, godzące bezpośrednio w żołnierza, nie zawsze tak łatwo unieszkodliwiały walczącego, co może nam wykazać statystyka rosyjsko - japońskiej wojny, która głosi, że dla zabicia jednego żołnierza zostało zużyte $2\frac{1}{2}$ puda, czyli 40 kg. metalu (ołowiu), co po obliczeniu dałoby około 10.000 kul karabinowych.

Natomiast przy zastosowaniu — gazów *omal, że* nie każda *drobina tychże, da swój pewien efekt.* Tłumaczymy to tem, że cały nasz organizm przedstawia niezmiernie zawiły i nadzwyczajnie delikatny aparat chemiczny, w którym przy temperaturze 36—40°, pod ciśnieniem około 1 atmosfery, przy stężeniu i to wyłącznie wodnem, nie wyższem ponad 20% zachodzą niezwykle czułe procesy chemiczne.

Z doświadczeń wiemy, że tak czystych i precyzyjnych reakcyj niejednokrotnie przy tychże samych warunkach, nie jesteśmy w stanie przeprowadzić w pracowniach chemicznych i, że nieraz nieznaczna domieszka ubocznych produktów, utrudnia nam przebieg takowej reakcji.

Wobec tego musimy przyjść do wniosku, że organizm żywy możemy zniszczyć doszczętnie przez niewielki wysiłek, nie zawsze przez zastosowanie zbyt silnie działających nań ciał obcych.

O ile uwzględnimy, że żywy *organizm posiada organa o mikroskopijnej wielkości,* a pomimo to mające *pierwszorzędne znaczenie przy życiowych funkcjach,* i że przy ich uszkodzeniu *następuje niechybna śmierć,* to przyjdziemy do wniosku, że *niesłychanie gwałtowną śmierć możemy wywołać przy zastosowaniu nawet słabych*

środków, burzących te procesy chemiczne, które się odbywają w organizmie ludzkim.

Wspómnimy obecnie o rezultatach (z ostatniej wojny) burzenia procesu chemicznego w ludzkich organizmach, robiąc jednocześnie porównanie *strat poniesionych* od różnych rodzajów broni. Jako przykład do powyższych *obliczeń* weźmiemy dane statystyczne *Ameryki,* a to z tego powodu, że armja amerykańska przybyła do Europy dopiero 1918 r. była zorganizowaną i zaopatrzoną bardzo dobrze w sprzęt przeciwgazowy — i wyszkoloną przez Francuzów, obdarzonych już doświadczeniem nabytem 3-letnią wojną.

Całkowite straty armji amerykańskiej wyniosły 258.331 ludzi, w tem zginęło:

od walk powietrznych	—.148
„ ran ciętych i kłutych	—.193
„ granatów ręcznych	—.870
„ gazów trujących	70.552
„ kul karabin. i armatnich	186.658

Widzimy więc z powyższego, że straty, wynikłe z powodu gazów bojowych w stosunku do ogólnych strat, wynoszą prawie 28%. Przytem należy zaznaczyć, że gazy w czasie wojny światowej były stosowane znacznie mniej, niż inne rodzaje broni, po drugie, że broń chemiczna jest bronią nową i nie była jeszcze dość udoskonaloną i zastosowaną w pełni.

Co do wypadków śmiertelnych, to statystyka wykazuje, że od gazów zginęło około 2,5%
od następstw wywołanych przez inne rodzaje broni . . . 24%

Liczba porażeń iperytowych wyniosła 28,000, co w stosunku do ogólnej liczby zatruć gazowych stanowi 37%.

Artylerja angielska straciła od iperytu w czasie 3-miesięcznym, t. j. od 1 sierpnia do 1 listopada 1917 r. na jednym z odcinków Mozy następującą ilość ludzi:

80	bateryj	straciło	20%	stanu ludzi,
130	„	„	55%	„ „
10	„	„	80%	„ „

Po przytoczeniu przykładów o stratach poniesionych od broni chemicznej, właściwem *będzie przedstawić tak zwany bilans* wojenny, t. j. koszt produkcji różnych rodzajów amunicji i broni zużytej podczas wojny.

Według obliczeń państw europejskich, chemiczna wojna jest wielokrotnie tańszą od wojny prowadzonej zapomocą wszelkiej innej

broni palnej. Z obliczeń zaś amerykańskich wynika, że wojna chemiczna jest w 130 razy tańsza, niż dawna.

Stany Zjednoczone Ameryki Północnej wydały na wojnę europejską przeszło 12 miljardów dolarów, z czego na broń chemiczną wypadło około 120 miljonów dolarów, co stanowi nieznaczny % ogólnej sumy. Przytem należy wspomnieć, że Amerykanie, przygotowując się do wojny, wybudowali w Edgewood kolosalny arsenał broni chemicznej.

Arsenał ten podczas wojny zatrudniał kilkanaście tysięcy ludzi, a pomimo to broń chemiczna okazała się w 130 razy tańszą.

Z powyższego wynika, że w *przyszłych wojnach środki chemiczne*, jako tańsze i skuteczniejsze, będą miały *szerokie zastosowanie; tembardziej, że przy zastosowaniu takowych natarcie* może nastąpić prawie *niezwłocznie bez przygotowania artyleryjskiego*, które to poprzednio niejednokrotnie trwało — nieraz kilka lub kilkanaście dni, *przyczem tracił się, tak niezbędny przy* każdem powodzeniu wojennem *moment zaskoczenia*. Nieprzyjaciel w danym wypadku miał możność zgrupować rezerwę, urządzić umocnienia 2-ej lub nawet 3-ej linji oporu. Jako przykład możemy przytoczyć natarcie 10-ej francuskiej armji w maju 1915 r. pod Artois; tam przygotowanie artyleryjskie trwało *7 dni*, przyczem zużyto około *9 ton* pocisków na *1 metr. kwadratowy* linji frontu, natomiast natarcie niemieckie pod Rygą, dnia 1 września 1917 r. przy zastosowaniu pocisków gazowych dało takie rezultaty, że o godzinie 4-ej rozpoczęło się natarcie, a po niespełna 3-ch godzinach oddziały niemieckie już przekroczyły Dźwinę.

Gdybyśmy zadali sobie pytanie, jak będzie się przedstawiał początek wojny i mobilizacji — to dziś już możemy dać wyraźną i jasną odpowiedź, że z chwilą zerwania dyplomatycznych stosunków nieprzyjaciel niezwłocznie wyśle całą eskadrę samolotów, rozwijających obecnie szybkość 200 — 600 klm. na godzinę, (zaopatrzonych w sporą ilość bomb z substancjami trującemi), *celem zniszczenia najgłówniejszych ośrodków przemysłu*, obezwładnienia władzy, sparaliżowania prac sztabowych i mobilizacyjnych, oraz wywołania popłochu i demoralizacji w kraju.

Może się zdarzyć, że mieszkańcy jakiegoś ośrodka, obudzą się w nocy wskutek silnej eksplozji bomb lotniczych, by skonstatować, że umierają, nie wiedząc jeszcze o zerwaniu stosunków dyplomatycznych.

Wyekwipowanie takiego napadu nie jest tak kosztowne i trudne. Dla przykładu możemy obliczyć ile bojowego materjału wystarczyłoby dla

wytrucia całej ludności Warszawy. Obliczenia te są dość proste. Powierzchnia Warszawy wraz z przedmieściami wynosi około 40 klm.², warstwę zaś powietrza na tym terenie obliczamy w przybliżeniu na 100 mtr. Dla bezwzględnego zatrucia tego powietrza, dość jest zużyć 1/10.000.000 tej objętości gazu bojowego, t. j. 400 metr.³. Metr sześcienny takiego gazu waży najwyżej 20 kg, zatem dla wykonania napadu wystarczy 8.000 kg gazu bojowego, czyli dostatecznem jest posłać eskadrę, składającą się z 8 samolotów z obciążeniem 1 tonnowem gazu. Dla zatrucia zaś Londynu potrzebaby było wysłać 18 samolotów z 2 tonnowem obciążeniem gazów bojowych. Wyprodukowanie tak niewielkiej ilości chemicznych środków walki może nastąpić w kilka dni przed zerwaniem stosunków dyplomatycznych w stosunkowo niewielkim arsenale broni chemicznej.

ROZWÓJ CHEMJI I ORGANIZACJA PRZEMYSŁU W PAŃSTWACH ZAANGAŻOWANYCH W WOJNIE ŚWIATOWEJ.

W celu dalszego omawiania tematu tyczącego się rozwoju broni chemicznej należy chociaż w ogólnych zarysach przypomnieć sobie i rozwój chemji.

Kolebką chemji — śmiało powiedzieć można — jest Francja. Cały szereg wybitnych uczonych chemików francuskich, poczynając od Lavoisier'ego, Gey Lussaca, Dulonga, Berhtoleta, Moissana i t. d., stworzyli podłoże do rozwoju chemji. Byłoby jednak niesłusznem pominąć zasługi uczonych angielskich chemików: Faradaya, Bessemer'a, Ramsay'a, Frankland'a, Perkin'a i innych; wreszcie i zespół niemieckich uczonych jak to: Richter'a, Liebig'a, Bunsen'a, Hoffmana, Kekulego, Bayera, Fiszera. Niemcy jednak wcześniej zrozumieli potrzebę rozwoju przemysłu chemicznego i zawładnięcia rynkiem światowym.

Do urzeczywistnienia powyższego sprzyjała im karność fabryczna, solidarność przemysłowo - handlowa, materjalne poparcie rządu, system celny, bogactwo gleby, posiadane kolonje, a wreszcie dobra i silna organizacja.

Etapem rozwoju przemysłu chemicznego jest koniec wieku XVIII i początek XIX, t. j. chwila rozwoju maszyn przędzalnianych w Anglji, i jednocześnie znaczne zapotrzebowania na produkty chemiczne, jak to: kwas siarkowy, sodę, chlor, barwiki i t. p.

Od bardzo już dawnych czasów używane były barwiki pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, naprzykład: indygo, kampesz, koszenilla, katechu i t. p. Przypadkowe wynalazki wskazały drogę do otrzymy-

wania barwika na drodze syntetycznej, a mianowicie: młody angielski chemik Perkin w r. 1856, pracując nad syntezą chininy, otrzymał przy utlenianiu siarczanu aniliny dwuchromianem potasu piękny fioletowy barwik, nazwany moweiną. Nieco później w r. 1859 została otrzymana fuksyna przy działaniu chlorku cynowego na surową anilinę.

Piękne te wynalazki naukowe dają początek syntezie barwików, a w r. 1866 Anglja i Francja zakładają kilka tego rodzaju fabryk.

Niemcy, wykorzystując niedokładności prawne patentów francuskich, ochraniające li tylko produkt, nie zaś metodę, uruchomili kilka małych fabryczek zatrudniających zaledwie około 40 ludzi, sprowadzając przytem surowiec i półfabrykaty z Francji. Brak prawa patentowego w Niemczech sprzyjał do powstania tam przemysłu barwików syntetycznych. Następnie Niemcy wpłynęli na swych rodaków-chemików, pracujących w fabrykach angielskich i francuskich, jak to: Hoffmana, Caro, Martiusa, Witta, by wrócili do kraju, gdzie pod ich egidą i przy poparciu rządu powstają nowe i dość liczne państwowe oraz prywatne fabryki. Z tą chwilą przemysł niemieckich barwików syntetycznych stale się rozwija i konkuruje z Anglją i Francją. Przed wojną mieliśmy najlepszy przykład, że przemysł chemiczny niemiecki — zaspakajał prawie 92% zapotrzebowania światowego na produkty chemiczne. Taki znaczny rozwój przemysłu chemicznego w Niemczech, dał im, dzięki zastosowaniu broni chemicznej, możność stawiania długotrwałego oporu podczas wojny światowej.

Rozkwit fabrykacji i produkcji barwików syntetycznych spowodował pewne ulepszenia i zmiany w przemyśle koksownictwa, gazownictwa w stosunku do ubocznych produktów, otrzymywanych przy suchej destylacji węgla.

Fabrykacja barwików syntetycznych wywołała rozwój i innych produkcyj chemicznych, jak to: kwasu azotowego, solnego, siarkowego, sody kaustycznej i kalcynowanej, alkoholu, eteru, acetonu, spirytusu metylowego, które ze swej strony wymagały również całego szeregu półproduktów surowców, dając tym sposobem liczny zespół produktów ubocznych, a te ostatnie wymagały stworzenia nowej gałęzi fabrykacji.

Zwiększenie zapotrzebowania kwasu siarkowego przyczyniło się do rozwoju przemysłu superfosfatowego, niezbędnego przy kulturze rolnej, co w skutkach dało takie wyniki, że średnie zbiory z 1 hektara uprawionej ziemi w Niemczech, dały dwukrotnie większe plony, niż zbiory z żyznych pól Ukrainy.

W ślad za tem postępuje rozwój cukrownictwa, krochmalnictwa, gorzelnictwa, przemysłu tłuszczowego, papiernictwa i całego szeregu innych gałęzi, jak naprzykład produktów pochodnych ropy naftowej, a szereg badań nad węglowodorami aromatycznemi otwiera szerokie horyzonty dla produkcji materjałów wybuchowych, środków dezynfekcyjnyh, preparatów farmaceutycznych, fotograficznych, laboratoryjnych i leków. W taki to sposób powstał i ściśle się zespolił w Niemczech cały łańcuch produkcji chemicznej, oparty na rzeczowem podłożu jednej wielkiej gałęzi przemysłu chemicznego.

Pozwolimy sobie przytoczyć parę rażących przykładów, wadliwego prawa celnego i patentowego we Francji i Anglji.

Półprodukty i surowce sprowadzali Niemcy z Anglji i Francji za bezcen, natomiast wyprodukowane i przerobione materjały eksportowali do tychże państw po cenach wygórowanych, nic więc dziwnego, że w r. 1912 — 1913 cena niemieckiego wywozu przerobionych chemicznych materjałów — przewyższała 8-miokrotnie cenę importowanych półfabrykatów.

Jak zaznaczyliśmy poprzednio, francuskie prawo patentowe ochraniało sam produkt, nie zaś metodę, co bardzo ujemnie wpłynęło na rozwój nowej gałęzi przemysłu. Wspomnieliśmy że w r. 1859, chemik Verguin odkrył fuksynę przy utlenianiu surowej aniliny — chlorkiem cyny i na ten wynalazek uzyskał patent; barwik ten był sprzedawany początkowo prawie na wagę złota.

Nieco później chemik Geber Keller wynalazł znacznie tańszą i prostszą metodę produkcji fuksyny, lecz, zawdzięczając wadliwym prawom patentowym, musiał zrealizować swój wynalazek poza granicą Francji.

Zrzeszenie i solidarność fabryczno - handlowa przemysłowców w Niemczech — starały się wszelkiemi sposobami zwalczać przemysł chemiczny obcy, nie żałując na ten cel nawet znacznych wydatków. Jako przykład pouczający, możnaby przytoczyć walkę producentów niemieckich z powstałą w Ameryce w r. 1910 fabryką chemiczną pod firmą „Benzol products. Comp.", fabryką aniliny do wyrobu barwików. Zrzeszeni producenci niemieccy natychmiast zniżają cenę oleju anilinowego na rynku Stanów Zjednoczonych. Amerykanie jednak, nie zważając na konkurencję, postanowili przetrwać krytyczną chwilę i pomimo strat — nie przerywać swej produkcji. Ta walka konkurencyjna trwała przez cały 1912 r. Dopiero w końcu tegoż roku, konsorcjum przemysłu chemicznego w Niemczech, zwróciło się z propozycją do amerykańskiego stowarzyszenia „Benzol

products. Comp." zamknięcia fabryki, obiecując natomiast dostarczania oleju anilinowego w żądanej ilości po cenie, która kalkulowałaby się lepiej niż nawet anilina własnego wyrobu. W przeciwnym razie grozili dalszą zniżką cen rynkowych tego produktu. Konsorcium niemieckie postanowiło zniszczyć usiłowania amerykańskie w zarodku. Jednak wojna światowa pokrzyżowała plany Niemców. Przytoczony przykład jak najdokładniej charakteryzuje politykę i chciwość niemiecką w celu utrzymania chemicznego monopolu światowego tylko w swoich rękach. Jak się rozwinęły przedsiębiorstwa chemiczno-fabryczne w Niemczech, najlepiej możemy sądzić z ilości personelu fachowego, jak również z obszarów i urządzeń niektórych fabryk. Weźmiemy dla przykładu dwie fabryki: fabrykę barwików pod firmą Meister Lucius — przed wojną zatrudniała 350 naukowo pracujących chemików, i 150 inżynierów, fabryka zaś „Badische Anilin und Sodafabrik" w r. 1913 miała 322 chemików, 266 inżynierów, 1300 urzędników, posiadała 581 własnych budynków fabrycznych, 195 kotłów parowych (o ogrzewalnej powierzchni 30.000 m^2), 421 maszyn parowych, 20 dynamomaszyn, 1336 elektromotorów, 40 motorów gazowych, 18 własnych lokomotyw i 955 wagonów, oraz około 100 kilometr. własnego fabrycznego toru kolejowego. Nie znamy w świecie innych podobnych fabryk, któreby zatrudniały przed wojną paręset osób z wyższem wykształceniem, pracujących naukowo, a pomimo tych olbrzymich nakładów i wydatków przy utrzymaniu tak licznego i kosztownego personelu — fabryki te dawały kolosalne zyski naprz. Fabryka „Badische Anilin und Sodafabr." w r. 1913 wypłaciła dywidendy 28%. Fabryka Bayera wypłaciła dywidendy 28%, Anilinfabrik. (Agfa) 23%, Meister Lucius 30%, Grischein Elektrfabr. — 14%, Kalle et Comp. — 10%.

Nie będziemy przytaczali statystycznych danych o wartości produkcji, eksportu i importu, któreby jak najdokładniej uwidoczniły hegemonję niemiecką, rozwiniętą w przemyśle chemicznym w ostatnich 40 — 45 latach. Nie możemy jednak pominąć milczeniem faktu, który tak wyraźnie i tak uświadamiająco dał się odczuć z chwilą wybuchu wojny światowej, t. j., gdy w Niemczech na usługach wojny stanęli zorganizowani ludzie nauki. Fabryki zaś chemiczne, prawie że w przeciągu 24 godzin, przeszły z produktów wyrabianych na potrzeby pokojowe do produkcji wojennej, jak to: materjałów wybuchowych, gazów trujących, artykułów zastępczych w postaci tak zw. „erzaców", w postaci środków odżywczych, amunicji, ubrania i innych potrzeb wojny.

Świetna ta organizacja przemysłu niemieckiego odbiła się nader dodatnio na zwycięstwach w początkach wojny światowej. Natomiast w państwach koalicyjnych wyłaniały się w początkach wojny omal, że nie na każdym kroku, — najrozmaitsze i bardzo poważne trudności, związane z niedorozwojem przemysłu chemicznego i bagatelizowaniem przed wojną drobniejszych gałęzi produkcji, które to udowodniły, że są one ogniwem, łączącem cały łańcuch przemysłu chemicznego, i że one właśnie uzależniały aljantów w czasie pokoju od przemysłu niemieckiego.

Zrozumiano dopiero wówczas, że stworzenie całokształtu przemysłu chemicznego wymaga szeregu lat bardzo żmudnej metodycznej pracy, z uwzględnieniem nietylko potrzeb krajowych, lecz również i państw sąsiednich.

Dopiero wojna światowa otworzyła ludziom oczy, jak wielką wartość przedstawia dobrze zorganizowany krajowy przemysł chemiczny.

Co do przemysłu aljantów, to należy zaznaczyć, że z chwilą wybuchu wojny zauważono, że przemysł chemiczny w Anglji i Francji był ściśle uzależniony od przemysłu w Niemczech, nie mówiąc o tem, że odczuwał się brak wielu produktów i półproduktów chemicznych, lecz niestety dowiedziano się, że wiele fabryk chemicznych, jak w Anglji tak i we Francji, było własnością Niemców i że cały administracyjny personel, jak też i chemicy — byli również Niemcami, których należało niezwłocznie usunąć, jako obcy i wrogi element, a fabryki z powodu braku wykwalifikowanych i odpowiednich ludzi — należy zamknąć na czas dłuższy.

Sytuacja taka winna być przestrogą dla nas, albowiem w ośrodku naszego przemysłu na Górnym - Śląsku — administracja wielu przedsiębiorstw składa się przeważnie z niemieckich hakatystów.

Ta przykra sytuacja, w jakiej się znalazła podczas wojny Anglja, zmusiła rząd angielski do udzielania poufnych zezwoleń na przywóz produktów niemieckich drogą okólną, naturalnie za bardzo sutą opłatą. Cierpiała na tem ambicja narodu i rządu, tembardziej, że proklamacje władz angielskich zakazywały jak najsurowiej utrzymywania wszelkich stosunków handlowych z Niemcami. Opublikowane były w pismach tak zwane „czarne listy“ z adresami firm, które utrzymywały stosunki handlowe z firmami niemieckiemi. Jak widzimy z powyższego przykładu, na pierwszym miejscu tych czarnych list winien by się był zapisać sam rząd angielski. Jak słabo się orjentowano w przemyśle chemicznym w Anglji, niech posłuży przykład,

że dopiero po 5 czy 6 miesiącach wojny wydano zakaz wywozu do Niemiec bawełny i tłuszczów t. j. tych artykułów z których wytwarzano bawełnę strzelniczą i glicerynę, niezbędną przy wyrobie nitrogliceryny czyli dynamitu i w ten to sposób zasilano swego wroga w materjał bojowy przeszło pół roku.

We Francji kryzys chemiczny dał się odczuwać może jeszcze dotkliwiej: okazało się bowiem, że wobec braku półfabrykatów i surowców niemieckich, fabryki barwików stały się objektami fikcyjnemi, niezdolnemi do jakiejkolwiek produkcji.

Francja odrazu odczuła brak przeszło 500 najpotrzebniejszych środków farmaceutycznych, jak również surowców do wyrobu materjałów wybuchowych i substancyj trujących.

Zapotrzebowania na te artykuły podczas wojny rosły z dnia na dzień, a w kraju zaś odczuwał się nawet brak potrzebnych instalacyj fabrycznych. Francja musiała zużyć sporo wysiłku, by stworzyć ten przemysł w czasie wojny. Przeszkody te jednak zostały pokonane, a w r. 1917 zaspakajano tam nietylko potrzeby swego kraju, lecz częściowo i potrzeby aljantów.

W Anglji wyłonił się nawet brak najniezbędniejszej literatury w ojczystym języku, wobec czego rząd angielski wydał szerokie prawo tłumaczenia wszelkich naukowych dzieł obcych i w imię interesów przemysłu ojczystego, popełnił więc rekwizycję praw cudzych.

W Rosji, pomimo niewyczerpanych bogactw naturalnych, kryzys chemiczny okazał się niemniej poważnym. Ponieważ Rosja była złotodajną placówką dla przemysłu niemieckiego, więc w r. 1915 — 1916 oddano przeszło 600 fabryk większych i mniejszych pod nadzór administracyjny rządu i wojska, gdyż w tych fabrykach był zaangażowany kapitał i administracja niemiecka. W r. 1916 paręset niemieckich firm zostało zlikwidowane, a w śród nich spory procent przedsiębiorstw chemicznych. Rząd bolszewicki już w r. 1921 poczynił poważne wysiłki celem zorganizowania przemysłu chemicznego i to specjalnie dla celów wojskowych. Na południu Rosji powstało kilka trustów: 1) „Chimugol", 2) „Stiekłosoda", 3) „Koksobenzol", a naczelne stanowiska w tych zakładach zajmują pokojowo usposobieni Niemcy i Anglicy.

Jeszcze w gorszej sytuacji znalazły się pod względem zaopatrzenia chemicznego Włochy, bo prawie całkowicie zależały od dostawy niemieckiej.

W podobnej sytuacji znalazła się Japonja, która jednak w listopadzie r. 1914 po zajęciu Tsingtanu wycofała się z akcji militarnej,

a tem samem nie odczuła tak dotkliwie braku chemikalij. W Japonji odrazu oceniono przykrą sytuację zależności od obcego przemysłu chemicznego i niezwłocznie przystąpiono do budowy nowych fabryk. W r. 1917 już wybudowano około 50 fabryk broni i amunicji, kilkadziesiąt fabryk barwików, preparatów farmaceutycznych i t. d. Zjednoczona praca rządu i społeczeństwa dała w Japonji obfite plony, godne do pozazdroszczenia.

Japonja, nietylko że się uniezależniła, lecz nawet produkowała na eksport i nawiązała podczas wojny szerokie stosunki handlowe z zagranicą.

Stany Zjednoczone dążyły przed wojną do samowystarczalności chemicznej. Przemysł hutniczy, naftowy, włókienniczy, węglowy, metalurgiczny posiadał tam przed wojną — bardzo poważne wszechświatowe znaczenie, dzięki niewyczerpanym bogactwom naturalnym, siłom wodnym i położeniu geograficznemu. Jedynie wyłoniły się dość poważne trudności przy produkcji barwików syntetycznych. Przed wojną konkurencja niemiecka zmusiła Amerykę do zlikwidowania 5 fabryk, a pozostałe — przerabiały tylko półfabrykaty niemieckie. Widzimy więc, że i Ameryka pod tym względem była zależna od Niemiec, co wywołało w następstwie kryzys w przemyśle włókienniczym podczas wojny.

Jak wiadomo, Ameryka przystąpiła do wojny światowej w r. 1917; w pierwszych zaś okresach wojny obliczała potrzeby rynkowe i gorączkowo pracowała na eksport, zasilając rynki światowe państw zaangażowanych w wojnie swemi wyrobami. Wyzyskując tą sytuację, Ameryka zwiększyła swój eksport prawie czterokrotnie, a zapasy złota płynęły z całego świata do Stanów Zjednoczonych przez 4 lata. Okazało się w rezultacie, że kilkoletni paraliż gospodarczy w Europie — sprzyjał rozwojowi i tak potężnego przemysłu amerykańskiego, a co ważniejsze, że kość niezgody, o którą szła zacięta walka w Europie t. j. rynek światowy, przeszła automatycznie do Stanów Zjednoczonych.

Kryzys włókienniczy, wynikły z powodu braku barwików, zażegnany został w ten sposób, że przez pierwsze 7 miesięcy Ameryka sprowadzała barwiki na własnych okrętach z Niemiec przez Rotterdam; ostatni transport barwików niemieckich odszedł do Ameryki w łodzi podwodnej, a wzamian Niemcy otrzymały bawełnę, tłuszcze i kwas azotowy. Z chwilą zaś, gdy Niemcy dowiedziały się, że część eksportowanych barwików została przesłana do Anglji — przerwano dalszy import do Ameryki.

Usiłowania Amerykanów stworzenia własnego przemysłu barwików syntetycznych w r. 1915 i 1916 spełzły na niczem. Zaczęto uprawę roślin i produkcji barwików naturalnych i tym sposobem zażegnano częściowo kryzys. Dopiero w r. 1917 — 1918 pokonano wszelkie przeszkody, a obecnie Stany Zjednoczone zajmują jedno z pierwszych miejsc w tej gałęzi przemysłu.

WOJNA ŚWIATOWA A POLSKI PRZEMYSŁ CHEMICZNY.

Wszystkim wiadomo, że wojna światowa wynikła o opanowanie światowych rynków zbytu, zdobycia zasobów surowca dla przemysłu własnego, w imię czego dążono zniszczyć przemysł obcy. Dawniej państwa i narody prowadziły wojnę o szmat ziemi, o prawa następstwa do tronu. Wojna zaś światowa była wojną handlowo-przemysłową i gospodarczą. Miała na celu rozstrzygnąć kwestję: które z państw zawładną rynkiem światowym, a tem samem zostaną potęgą gospodarczo-handlową i osiągną potęgę polityczną.

Przez kilka lat byliśmy świadkami tej wojny i świadkami planowego niszczenia polskiego przemysłu podczas okupacji niemieckiej. Ze szczątków pozostałych tylko aktów po okupantach ustalono, że z b. Kongresówki wywieziono 70.000 wagonów rudy, 2.300 wagonów metali zabranych z instalacyj fabrycznych, 920 wagonów skóry, 100 wagonów pasów transmisyjnych, zdjętych z maszyn, 2.000 wagonów wełny, 1.200 wagonów manufaktury, 2.000 wagonów produktów chemicznych, 400.000 par gotowych kół kolejowych. Taką samą metodę systematycznego, planowego niszczenia przemysłu polskiego przeprowadzały i władze austrjackie, wywożąc nieraz prawie całe urządzenia fabryk. Austrjacy wywieźli 1.900 ton instalacyj fabrycznych, 190 ton pasów transmisyjnych, tysiące ton miedzi, ołowiu, cyny i t. p. Przemysłowcy polscy, dotknięci rekwizycją instalacyj fabrycznych, chcąc uratować swe fabryki, proponowali niejednokrotnie dostarczyć okupantom podwójną ilość żądanego metalu, zakupując go na rynku, lecz propozycje ich były zwykle odrzucane. Niszczenie przemysłu szło dalej, fabryki kwasu siarkowego w Łowiczu, Będzinie, Grochowie, Strzemieszycach zostały zupełnie zniszczone, a ołów z kamer w ilości 400 wagonów wywieziony do Niemiec. Fabryka prochu czarnego w Ogrodzieńcu, używanego tylko do celów górniczych, została wysadzona w powietrze, w Zegrzu zaś fabryka barwików syntetycznych — zniszczona doszczętnie, a zapasy barwików oblano naftą i spalono... Okupanci, często pod grozą śmierci, zmuszali do ujawniania im sekretów i patentów fabrycznych, jak to miało

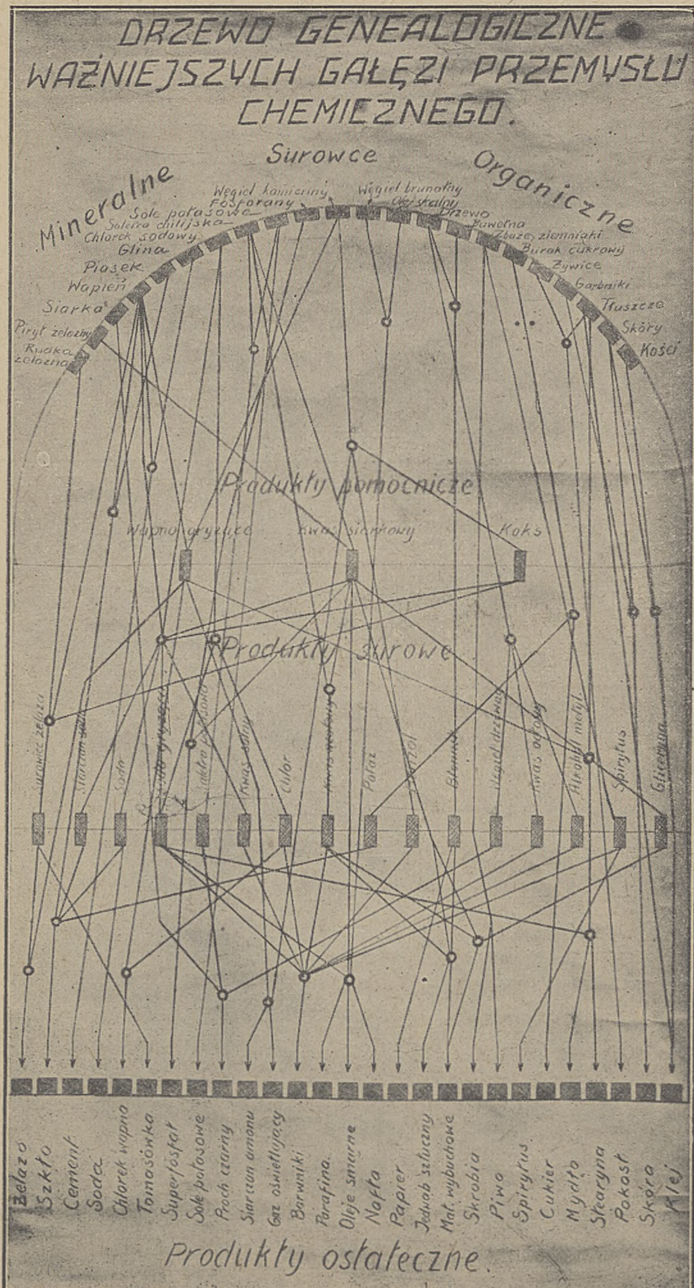
miejsce w fabryce elektrochemicznej „Radocha", gdzie zmuszono do ujawnienia produkcji chloranu potasu. Przykładów planowego niszczenia przemysłu i rabunku bogactw w Polsce nie dałoby się spisać na przysłowiowej „wołowej skórze". Uprzytomnijmy sobie rabunkowe poręby puszczy białowieskiej i innych lasów, a pamiętny nakaz niemiecki, że nie wolno odsyłać próżnych wagonów do „Vaterlandu" zrozumiano tak, że z braku pod ręką cennego materjału, wywożono nawet czarnoziem z Ukrainy. Część tych przykładów, przytoczyliśmy aby dobitniej podkreślić tą poniżającą walkę konkurencyjną, o której, przed rokiem 1914 świat nie miał pojęcia. Jeśli uwzględnimy, że część urządzeń przemysłu polskiego została przez ewakuację wywieziona do Rosji, część zaś uszkodzona wskutek działań wojennych, to jasnem stanie się, w jak ciężkich i niepomyślnych warunkach politycznych znalazła się Polska podczas rozpoczęcia procesu odbudowy swego przemysłu, który jeszcze przed wojną tamowany był przez rządy zaborcze, a szczególnie przez politykę rosyjską, prowadzoną przez urzędników państwowych pochodzenia niemieckiego. Brak własnej waluty, środków transportowych, kryzys żywnościowy, węglowy i walutowy, bojkot gospodarczy wrogich państw ościennych, narzucona wojna, obniżenie wydajności pracy, nieurodzaje, skurczenie się rynku zbytu, rozpolitykowanie się społeczeństwa wewnątrz kraju, walki partyjne, nieporozumienia, strajki rolne i przemysłowe — wszystko to tamowało rozwój gospodarczo-przemysłowy w Polsce. Nic też dziwnego, że towar polski naogół jest drogi, a zbyt jego jest utrudniony, nietylko na rynku zagranicznym, lecz co gorsza nawet na rynku krajowym, pomimo ceł ochronnych.

We wszystkich tych opresjach najwięcej może ucierpiał młody i wątły przemysł chemiczny, rozwijający się w różnych zaborach, odseparowany od siebie i kierowany odrębną polityką gospodarczą państw zaborczych.

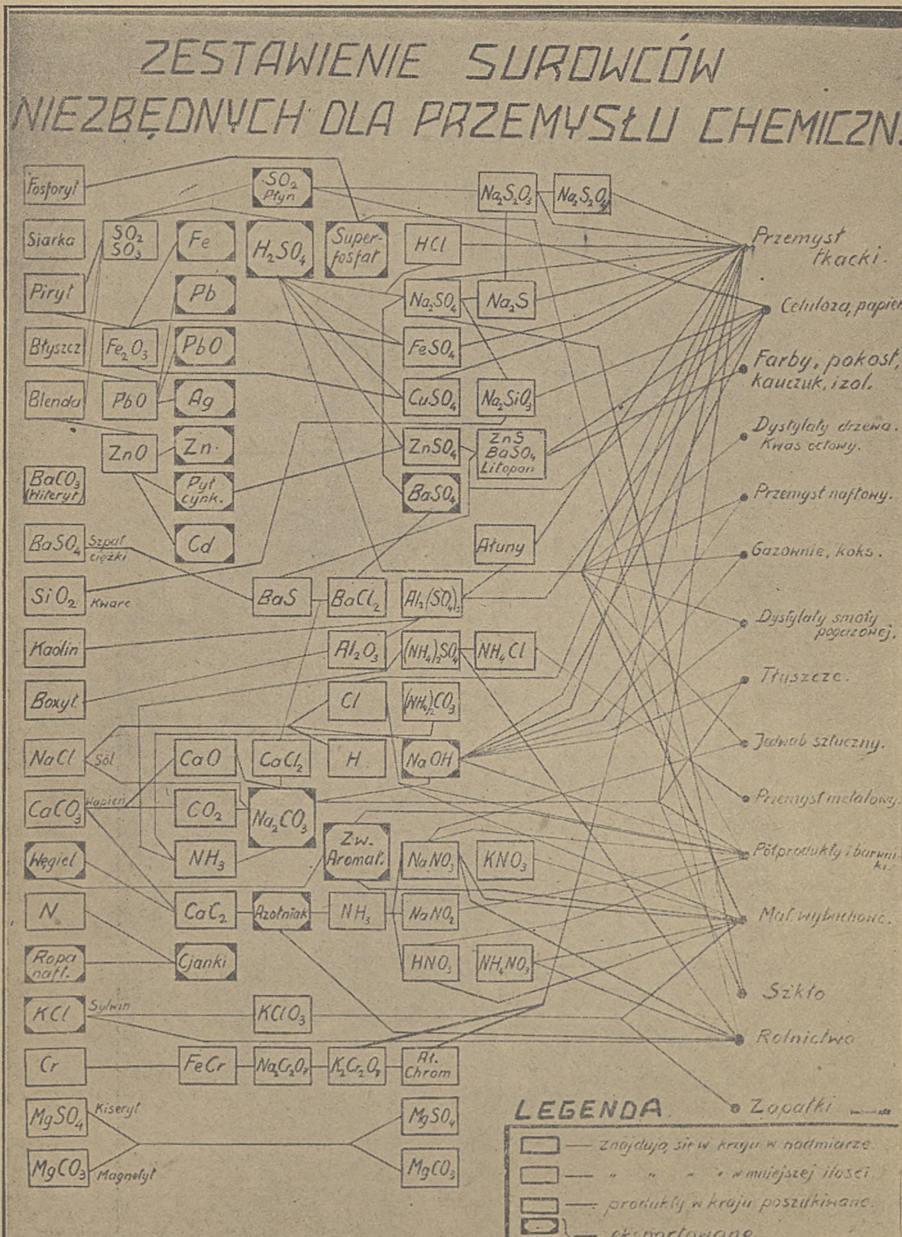
W polskim przemyśle chemicznym brak jest jeszcze uzupełniającego się wzajemnie przemysłu. Produkcja chemiczna winna łączyć się ze wszystkiemi prawie gałęziami przemysłu, bo brak kilku ważniejszych ogniw w wielkim łańcuchu produkcji chemicznej może uzależnić cały przemysł od zagranicy, a w czasie wojny i odcięcia granic, może wywołać w kraju katastrofę.

A jak winien przedstawiać się dobrze zorganizowany przemysł chemiczny ilustrują załączone dalej tablice.

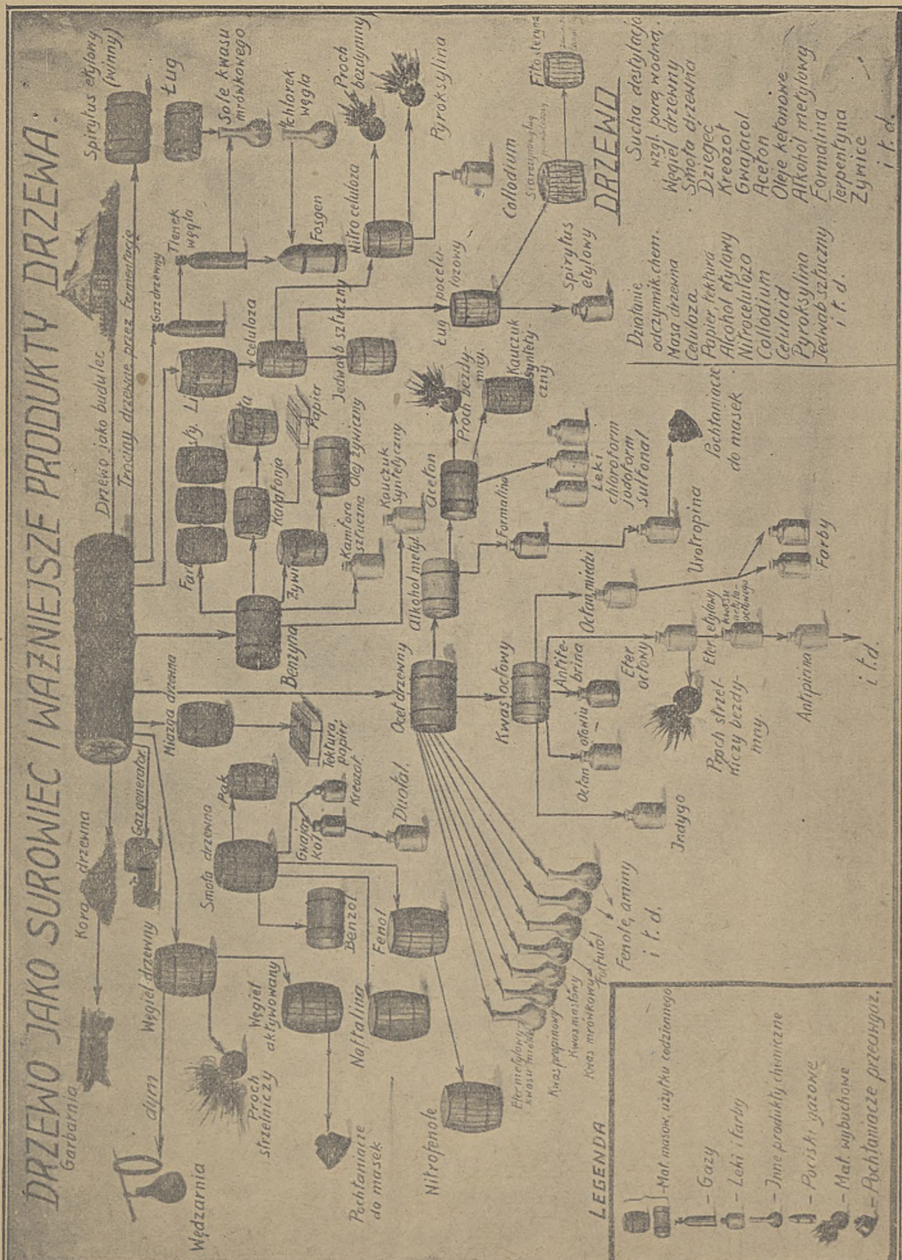
TABLICA Nr. 1.


DRZEWO GENEALOGICZNE WAŻNIEJSZYCH GAŁĘZI PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO.
Surowce
Mineralne
Organiczne
Węgiel kamienny
Fosforany
Węgiel brunatny
Olej skalny
Sole potasowe
Saletra chilijska
Chlorek sodowy
Glina
Piasek
Wapień
Siarka
Piryt żelazny
Rudka żelazna
Drzewo
Bawełna
Zboże, ziemniaki
Burak cukrowy
Żywice
Garbniki
Tłuszcze
Skóry
Kości
Produkty pomocnicze
Wapno gryzące
Kwas siarkowy
Koks
Produkty surowe
Soda
Chlor
Potaż
Kwas octowy
Alkohol metyl.
Spirytus
Gliceryna
Żelazo
Szkło
Cement
Soda
Chlorek wapna
Tomasówka
Superfosfat
Sole potasowe
Proch czarny
Siarczan amonu
Gaz oświetlający
Barwniki
Parafina
Oleje smarne
Nafta
Papier
Jedwab sztuczny
Mat. wybuchowe
Skrobia
Piwo
Spirytus
Cukier
Mydło
Stearyna
Pokost
Skóra
Klej
Produkty ostateczne.

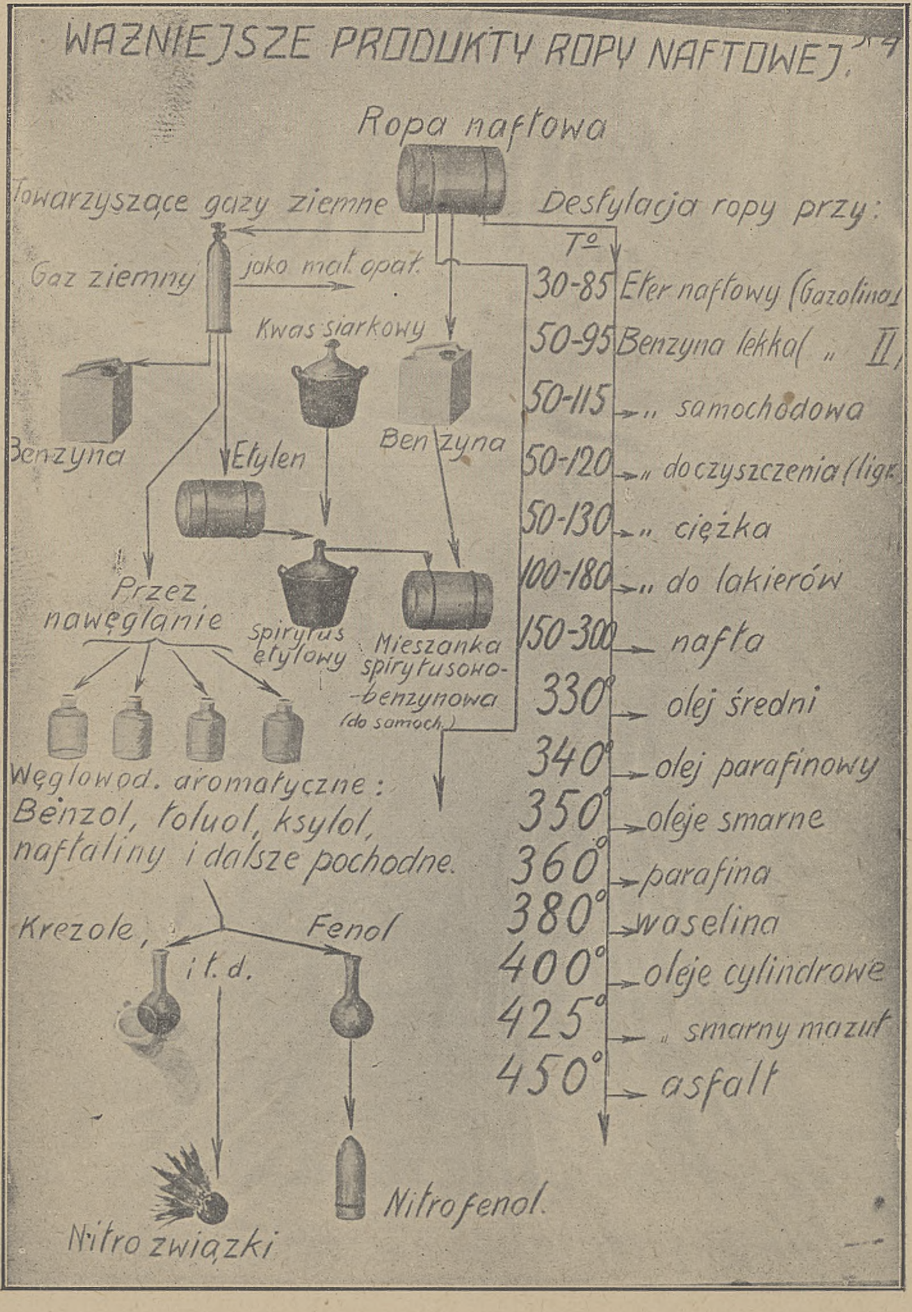
TABLICA Nr. 2.


ZESTAWIENIE SUROWCÓW
NIEZBĘDNYCH DLA PRZEMYSŁU CHEMICZN.
Fosforyt
Siarka
Piryt
Błyszcz
Blenda
$BaCO_3$ (Witeryt)
$BaSO_4$
Szpat ciężki
SiO_2
Kwarc
Kaolin
Boxyt
NaCl
Sól
$CaCO_3$
Kapień
Węgiel
N
Ropa nafł.
KCl
Sylwin
Cr
$MgSO_4$
Kiseryt
$MgCO_3$
Magnezyt
SO_2 Płyn
SO_2 SO_3
Fe_2O_3
PbO
ZnO
Fe
Pb
PbO
Ag
Zn
Pył cynk.
Cd
H_2SO_4
Superfosfat
HCl
$Na_2S_2O_3$
$Na_2S_2O_4$
Na_2SO_4
Na_2S
$FeSO_4$
$CuSO_4$
Na_2SiO_3
$ZnSO_4$
ZnS $BaSO_4$ Litopon
$BaSO_4$
Ałuny
BaS
$BaCl_2$
$Al_2(SO_4)_3$
Al_2O_3
$(NH_4)_2SO_4$
NH_4Cl
Cl
$(NH_4)_2CO_3$
CaO
$CaCl_2$
H
NaOH
CO_2
Na_2CO_3
NH_3
Zw. Aromat.
$NaNO_3$
KNO_3
CaC_2
Azotniak
NH_3
$NaNO_2$
Cjanki
HNO_3
NH_4NO_3
$KClO_3$
FeCr
$Na_2Cr_2O_7$
$K_2Cr_2O_7$
Ał. Chrom
$MgSO_4$
$MgCO_3$
Przemysł tkacki.
Celuloza, papier.
Farby, pokost, kauczuk, izol.
Dystylaty drzewa. Kwas octowy.
Przemysł naftowy.
Gazownie, koks.
Dystylaty smoły pogazowej.
Tłuszcze.
Jedwab sztuczny.
Przemysł metalowy.
Półprodukty i barwniki.
Mat. wybuchowe.
Szkło
Rolnictwo
Zapałki
LEGENDA
— znajdują się w kraju w nadmiarze.
— „ „ „ „ w mniejszej ilości.
— produkty w kraju poszukiwane.
— eksportowane.

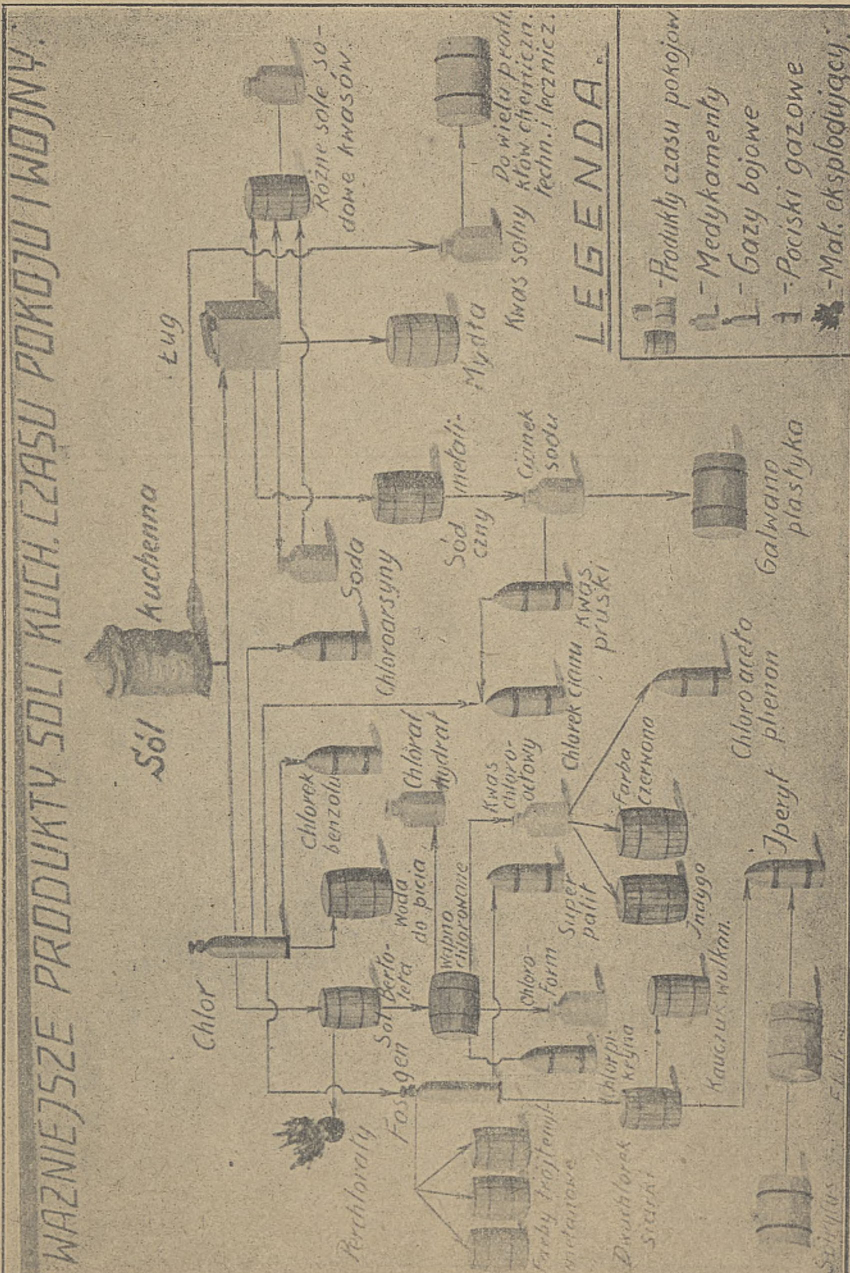
TABLICA Nr. 3.


DRZEWO JAKO SUROWIEC I WAŻNIEJSZE PRODUKTY DRZEWA.
Spirytus etylowy (winny)
Ług
Sole kwasu mrówkowego
Chlorek węgla
Proch bezdymny
Pyroksylina
Tlenek węgla
Fosgen
Nitro celuloza
Collodium
Spirytus etylowy
Kauczuk syntetyczny
Garbarnia
Wędzarnia
dym
Kora drzewna
Gazgenerator
Węgiel drzewny
Proch strzelniczy
Węgiel aktywowany
Naftalina
Pochłaniacze do masek
Nitrofenole
Benzol
Fenol
Smoła drzewna
Pak
Kreozot
Duotal
Miazga drzewna
Tektura, papier
Benzyna
Ocet drzewny
Kwas octowy
Alkohol metyl.
Aceton
Formalina
Urotropina
Leki chloroform jodoform sulfonal
Octan miedzi
Farby
Eter octowy
Antipiryna
Indygo
Furfurol
Fenole, aminy i t. d.
DRZEWO
Sucha destylacja wzgl. parą wodną.
Węgiel drzewny
Smoła drzewna
Dziegeć
Kreozot
Gwajacol
Aceton
Oleje ketonowe
Alkohol metylowy
Formalina
Terpentyna
Żywice
i t. d.
Działanie odczynnik. chem.
Masa drzewna
Celuloza
Papier, tektura
Alcohol etylowy
Nitrocelulozo
Collodium
Celuloid
Pyroksylina
Jedwab sztuczny
i t. d.
LEGENDA
Mat. masow. użytku codziennego
Gazy
Leki i farby
Inne produkty chemiczne
Pociski gazowe
Mat. wybuchowe
Pochłaniacze przeciwgaz.

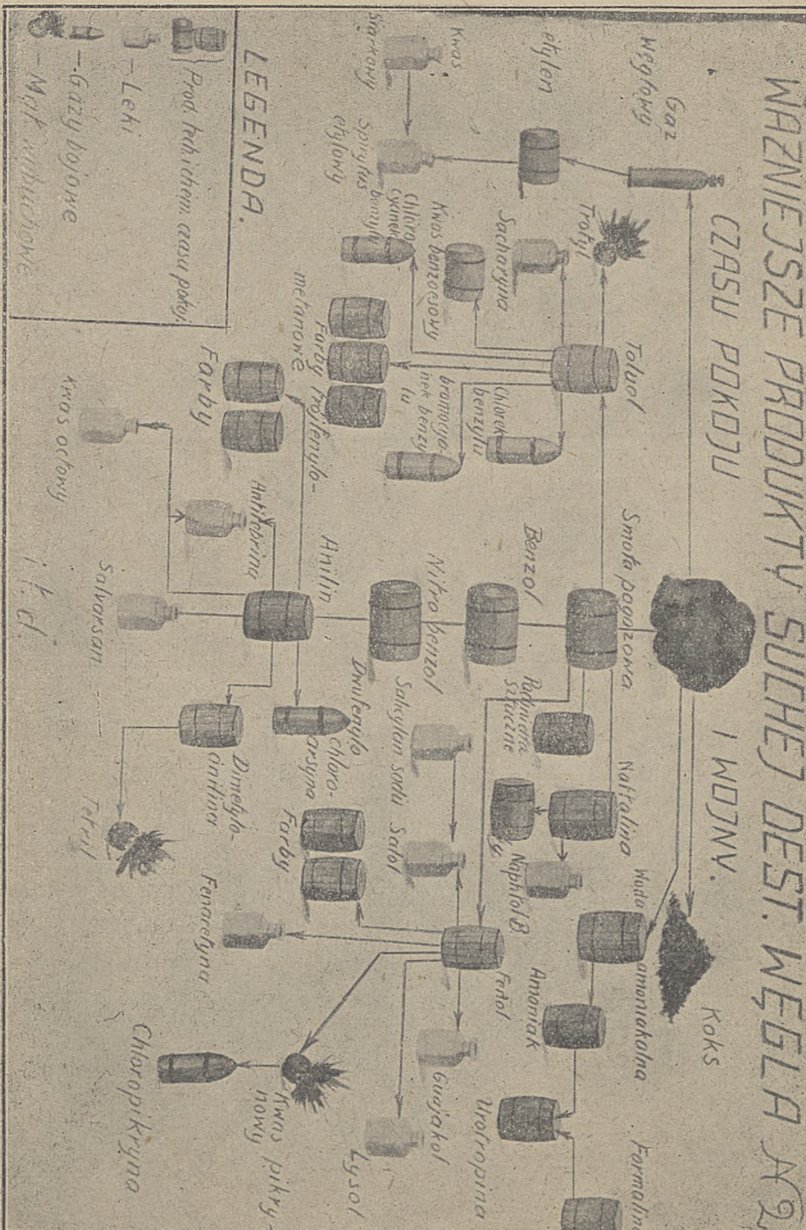
TABLICA Nr. 4.


WAŻNIEJSZE PRODUKTY ROPY NAFTOWEJ.
Ropa naftowa
Towarzyszące gazy ziemne
Destylacja ropy przy:
Gaz ziemny
jako mat. opał.
Kwas siarkowy
Benzyna
Etylen
Benzyna
Przez nawęglanie
Spirytus etylowy
Mieszanka spirytusowo-benzynowa (do samoch.)
Węglowod. aromatyczne: Benzol, toluol, ksylol, naftaliny i dalsze pochodne.
Krezole,
i t. d.
Fenol
Nitrozwiązki
Nitrofenol
T°
30-85 Eter naftowy (Gazolina I
50-95 Benzyna lekka („ II
50-115 „ samochodowa
50-120 „ do czyszczenia (ligr.
50-130 „ ciężka
100-180 „ do lakierów
150-300 nafta
330° olej średni
340° olej parafinowy
350° oleje smarne
360° parafina
380° waselina
400° oleje cylindrowe
425° „ smarny mazut
450° asfalt

TABLICA Nr. 5.


WAŻNIEJSZE PRODUKTY SOLI KUCH. CZASU POKOJU I WOJNY.
Sól kuchenna
Ług
Różne sole sodowe kwasów
Kwas solny
Mydła
Sód metaliczny
Galwanoplastyka
Soda
Chloroarsyny
Kwas pruski
Chlorek cianu
Chlorek benzolu
Chloral hydrat
Kwas chloro-octowy
Farba czerwona
Chloroacetophenon
Iperyt
Woda do picia
Wapno chlorowane
Super palit
Indygo
Chlor
Sól Bertoleta
Chloroform
Kauczuk wulkan.
Fosgen
Perchloraty
Chlorpikryna
Dwuchlorek siarki
LEGENDA.
-Produkty czasu pokoju
-Medykamenty
-Gazy bojowe
-Pociski gazowe
-Mat. eksplodujący.

TABLICA Nr. 6.


WAŻNIEJSZE PRODUKTY SUCHEJ DEST. WĘGLA AŻ DO CZASU POKOJU I WOJNY.
Gaz węglowy
etylen
Kwas siarkowy
Spirytus etylowy
Chloro cyjanek benzylu
Sacharyna
Trotyl
Kwas benzoesowy
Farby trójfenylo-metanowe
Toluol
Chlorek benzylu
bromocyjanek benzylu
Farby
Kwas octowy
Antifebrina
Anilin
Salvarsan
Smoła pogazowa
Benzol
Nitro benzol
Dwufenylo chloro-arsyna
Dimetylo-anilina
Tetril
Salicylan sodu
Salol
Farby
Pozostałe szlachetne
Naftalina
Naphtol B
Fenacetyna
Fenol
Chloropikryna
Kwas pikrynowy
Gwajakol
Lysol
Woda amoniakalna
Amoniak
Koks
Urotropina
Formalina
i t. d.
LEGENDA.
Prod. też i czasu pokoj.
— Leki
— Gazy bojowe
— Mat. wybuchowe

Pod względem bogactw naturalnych Polska nie jest biedną, a z rozwojem przemysłu wogóle i przemysłu chemicznego w szczególności, nietylko może się uniezależnić w pewnej mierze od zagranicy, lecz nawet będzie mogła liczyć na eksport. Bogactwa naturalne, które są skarbem martwym, są zarazem punktem wyjściowym dla rozwoju produkcji, należy tylko wyzyskać surowce. Państwo nasze posiada niewyzyskane siły wodne, gazy ziemne, ma nadmiar węgla kamiennego i brunatnego, ropy naftowej, pokłady soli, sole potasowe, drzewo, rudy żelazne, cynkowe, ołowiu, miedzi, sole wapnia, siarkę, fosforyty, glin, gips, wody mineralne, bursztyn, wosk ziemny, kadm, który Polska ma w olbrzymiej ilości i pod tym względem zajmuje pierwsze miejsce w świecie. (Kadmu wydobyto 1912 r. 42.800 tonn = 90% produkc. świat). Gdy dodamy jeszcze — żyzne pola, lasy, łąki, bogate torfowiska — to będziemy mieli obraz naszego bogactwa narodowego. Jeśli państwo nie wyzyska tych bogactw naturalnych i nie stanie się samodzielną jednostką gospodarczą, wówczas może to wszystko wpaść w ręce obcego kapitału i staniemy się mimowoli ukrytą obcą kolonją.

Po przytoczeniu powyższego nasuwa się pytanie, jak się przedstawia Polska pod względem rozwoju przemysłu chemicznego. Musimy przyznać, że kilkuletni wysiłek pionierów przemysłu chemicznego, chociaż w trudnych warunkach zapoczątkowany, dał jednak pewne dodatnie i zachęcające rezultaty. Przemysł nasz jest jeszcze za słaby w stosunku do polskich naturalnych bogactw — (surowców), jak również do zapotrzebowań rynku wewnętrznego w dziedzinie rolnictwa, zaopatrzenia armji, przemysłu górniczego i t. d. i uzależnia więc nas od rynków zagranicznych. Rozwój przemysłu chemicznego w kraju jest uzależniony od walk konkurencyjnych z jednej strony, (może najniebezpieczniejszych), jak również od polityki gospodarczej kraju, od umów międzynarodowych, celnych, praw patentowych, kredytów i t. d. Ważną też jest zasada umiarkowanych zysków przedsiębiorców w stosunku do włożonej pracy i kapitału. W kraju posiadamy około 84 fabryk chemicznych i chemiczno-farmaceutycznych, 70 cukrowni, 1850 gorzelni i rektyfikacyj, przeszło 200 krochmalni, 11 koksowni przerabiających produkty uboczne, 124 gazowni, 6 fabryk destylacji smoły, 50 rafineryj nafty, 15 papierni, 30 dużych fabryk świec i mydła, 15 fabryk nawozów sztucznych, 10 fabryk zapałek, kilkadziesiąt drobniejszych terpentyniarni i dość pokaźną liczbę drobnych fabryczek, przerabiających półfabrykaty i wyrabiających specyfiki. Jednak w stosunku do potrzeb i utrzymania niezależności gospodarczo-przemysłowej, placówek tych mamy jeszcze stanowczo

zamało. Nie uwzględniamy tu reszty przemysłu innych branży jak np. włókienniczego, który posiada 891 fabryk, zatrudniających przeszło 184.700 robotników.

Poruszyliśmy pobieżnie zagadnienie przemysłu chemicznego w naszym kraju podczas pokoju. Zkolei wypada zastanowić się jak będą przedstawiać się te sprawy w czasie wojny. Otóż do wszystkich potrzeb życia codziennego należy doliczyć kolosalne potrzeby wojny. Zagadnienia te piętrzyć się będą przed chemikami i przemysłowcami, a zagadnień tych jest moc. Na pierwszym planie nastąpić musi wzmożona produkcja i rozszerzenie przemysłu. Wątpić należy, czy znajdzie się taki wódz lub polityk, któryby przewidział choć w przybliżeniu, jak wielkie zapasy środków wybuchowych i chemicznych pochłonie przyszła wojna. Nie obliczył nikt tego przed wojną światową i dla tego zapasy państw wojujących zostały już w pierwszem półroczu prawie wyczerpane.

WOJNA JAKO CZYNNIK ROZWOJU PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO.

Historycy wojny światowej podkreślają nadludzkie wysiłki państw wojujących celem wzmożenia produkcji artykułów wojennych w swych krajach. Gdy podczas wojny zabrakło surowców, zastąpiono je takiemi namiastkami, o których się nie śniło nawet, że mogą znaleźć zastosowanie w codziennem życiu, a które przecież wyzyskano na potrzeby wojenne. Potrzeby wojenne pchnęły chemików na tory nowych badań i poszukiwań, które dały nowe odkrycia i wynalazki.

Śmiało rzec można, że chemja podczas wojny zrobiła tak znaczne postępy, na które w czasie pokoju należałoby czekać może kilkadziesiąt lat.

Do ważniejszych wynalazków zaliczyć można: 1) Bezpośrednią syntezę amonjaku z pierwiastków t. j. wodoru i azotu (laboratoryjna synteza Habera), która podczas wojny, przy zastosowaniu pewnych katalizatorów i pod wysokiem ciśnieniem została opracowana na skalę fabryczną przy Badeńskiej fabryce aniliny i sody, a ponieważ reakcja zachodząca między wodorem i azotem jest reakcją egzotermiczną t. j. reakcją wydzielającą ciepło, przeto zużycie energji jest tu nieznaczne.

2) Związanie azotu z karbidem w wysokiej temperaturze daje cyjanmid wapnia o zawartości 20% azotu, cyjanamid wapnia

zaś z parą wodną daje amoniak, który następnie utleniony daje kwas azotowy.

3) Wobec braku pirytów i kwasu siarkowego w Niemczech zaczęsto wytwarzać kwas siarkowy na skalę fabryczną z gipsu, przez prażenie go z węglem i innemi domieszkami w piecach rotacyjnych.

4) Znacznie rozwinął się w czasie wojny przemysł elektrotermiczny i elektrolityczny. Podstawową rolę odgrywa tu wysoka temperatura łuku elektrycznego, dla otrzymania takich produktów, jak np. karbid, cyjanamid, kwas azotowy syntetyczny i t. p. Metoda elektrolityczna polega na tem, że przy pomocy prądu elektrycznego rozkłada się roztwory na składniki, zgodnie z teorją jonową i elektronową.

Przemysł elektrolityczny obejmuje coraz szersze dziedziny, a szczególnie duże zastosowanie uzyskał podczas wojny w metalurgji. I tak np. produkcja glinu (aluminjum) rozwinęła się dzięki elektrolizie, a cena tego metalu spadła w r. 1914 do 1/60 ceny produkcji z lat poprzednich. W czasie wojny produkcja światowa glinu wzrosła trzykrotnie.

Podczas wojny powstał projekt syntetycznego otrzymywania alkoholu etylowego (który nawet zrealizowano), przyczem poszczególne fazy produkcji przedstawiają się w schemacie następująco:

Karbid → Acetylen → Aldehyd octowy ↗ Redukcja— Alkohol etylowy
↘ Utlenienie— Kwas octowy.

Z obliczenia wypada, że z 1 tonny karbidu otrzymuje się 630 litrów spirytusu.

Kryzys żywnościowy podczas wojny zmusił do zarezerwowania ziemniaków i zboża dla celów spożywczych, zapotrzebowanie zaś na spirytus dla potrzeb wojennych wzrosło. Próbowano wyciągać spirytus etylowy z drzewa, przyjmując pod uwagę, że celuloza, główna część składowa substancji drzewnej, pod działaniem odczynników chemicznych, przy wysokiej temperaturze i ciśnieniu, przechodzi w węglowodany grupy cukrów, które, poddane fermentacji, dają alkohol etylowy. W Ameryce kilka fabryk przerabiało trociny drzewne na spirytus etylowy. Trociny dawały od 15 do 20% węglowodanów, które ze swej strony dawały od 6—10% spirytusu. Tak samo wyzyskiwano ługi pocelulozowe, materjał odpadkowy, który, dawał z 1 m^3 10 litrów spirytusu surowego, czystego zaś około 7 litrów. W dziedzinie materjałów wybuchowych również powstały pewne

ważne nowe wynalazki. I tak np. do wyrobu bawełny strzelniczej używano, wobec braku bawełny, celulozę drzewną, a nieraz i odpadki lnu (pakuł). Przed wojną glicerynę, artykuł tak niezbędny dla wyrobu nitrogliceryny, otrzymano, jako materjał uboczny, przy fabrykacji świec i mydła, zużywając tłuszcze zwierzęce i roślinne.

Brak tłuszczów w Niemczech wywołał również brak gliceryny, to też niemieccy chemicy opracowali nowy sposób otrzymywania gliceryny, polegający na fermentacji cukrów (melasy). W ten więc sposób zażegnano kryzys nitroglicerynowy, a gorzelnie wyrabiały podług nowej metody około 1/2 miljona kg gliceryny miesięcznie.

Na wyżej przytoczonych przykładach nie kończy się jednak natężenie sił twórczych na polu przemysłu chemicznego.

ZADANIA I ZNACZENIE CHEMJI W WOJSKU.

Ważne zagadnienia nasuwały się chemikom, pracującym na potrzeby armji w różnych rodzajach broni. Wspomnieliśmy w krótkich słowach o znaczeniu chemji w metalurgji, w produkcji materjałów wybuchowych, w produkcji gazów bojowych, niemniej ważne znaczenie odgrywa chemja w aeronautyce, w maskowaniu, w służbie intendentury i w służbie zdrowia.

Przyjrzyjmy się w ogólnych zarysach chemji w zastosowaniu do aeronautyki. Wiemy, że balony powietrzne od najdawniejszych czasów napełniają się wodorem, który otrzymywano na ten cel kilkoma sposobami: 1) elektrolizą wodnego rozczynu czystego ługu w żelaznych aparatach, otrzymywano wodór i jako poboczny produkt — tlen; 2) działaniem krzemu na rozczyny alkaliczne (reakcja ta znaną była jeszcze za czasów Berzeliusa) — daje to kwaśny krzemian SiO_3Na H. i wodór.; 3) sposób, tak zwany biochemiczny, przy otrzymywaniu acetonu na wielką skalę; poddawano fermentacji nadpsute ziarna kukurydzy, ryżu lub kasztanów, wywiązujący się przytem w dużej ilości wodór z domieszką kwasu węglowego — zbierano.

Obecnie stosowane jest w aeronautyce napełnianie powietrznych statków — helem t. j. gazem nieczynnym, niepalnym. Siła nośna helu w stosunku do wodoru równa się 92%, lecz hel ma tą przewagę, że jest mniej przenikliwy przez opony balonowe, przez co strata jest znacznie mniejszą, a co najważniejsze, że balon taki nie obawia się pożaru od zapalających pocisków nieprzyjaciela.

Pierwotnie mniemano, że hel znajduje się w znikomej ilości w powietrzu wraz z neonem, argonem, kryptonem i ksenonem, lecz nowsze

badania i poszukiwania udowodniły, że hel spotyka się w gazach ziemnych, kopalniach i gazach wulkanicznych.

Dziś już znane są w Ameryce gazy źródeł ciepłych, które zawierają około 10% helu. Napełnienie pierwszego aerostatu helem w r. 1917 kosztowało Amerykę około 2590 dolarów, a w r. 1918 już tylko 520 dolarów.

Ogromnie ważnym zagadnieniem w Polsce jest analiza gazów ziemnych i kopalnianych pod względem zawartości helu.

Gazy ziemne wydobywają się u nas w Polsce samoistnie na Podkarpaciu, w Kałuszu, Krośnie. Zwykle towarzyszą ropie naftowej, (w Borysławiu, Tustanowicach, na Górnym Śląsku) nieraz w tak znacznej ilości, że niektóre szyby muszą być zamurowane, a produkcja w nich zaniechana.

O ile w naszych gazach znajdzie się hel, aeronautyka polska zrobiłaby duże postępy.

O roli chemji w metalurgji już pobieżnie wspomnieliśmy. Otóż lotnictwo zawdzięcza swój rozwój w znacznej mierze metalurgji, gdyż stopiona stal z chromem, lub stal z nikiem czy krzemem, następnie stal z niklo-chromem, lub chrom z wolframem dały możność zbudowania aparatu przedstawiającego maksimum trwałości. Aluminjum, jak również aluminjum stopione z miedzią, manganem, cynkiem, krzemem i żelazem ma doniosłe znaczenie w lotnictwie. Oprócz wspomnianej roli chemji w metalurgji lotniczej, niemniej ważną rolę odgrywa chemja przy stosowaniu odpowiednich gatunków benzyny, smarów, płynów niezamarzających do chłodzenia silników, lakierów i powłok do skrzydeł samolotów. Najpraktyczniejszą okazała się powłoka acetocelulozowa.

Niemcy do wyrobu swych Zeppelinów używali błony z kiszek zwierzęcych. Francuzi zaś pod koniec wojny robili próby powlekania tkaniny balonowej acetocelulozą.

Olbrzymie znaczenie w przyszłej wojnie lotniczo-gazowej odegra **chemja w dziedzinie maskowania.** Ważnem zagadnieniem będzie maskowanie żołnierzy, sprzętu, urządzeń i t. d. Co do maskowania żołnierzy, to najważniejszym jest — kolor umundurowania, o czem wcale dawniej, jak naprzykład podczas wojny rosyjsko-japońskiej nie myślano. Oficer rosyjski szedł do ataku prawie, że w mundurze galowym, a żołnierze w białych „rubaszkach". Po kilku niepomyślnych potyczkach, gdy ok. 50% personelu oficerskiego padło na polu walk, zaczęto pośpiesznie farbować białe bluzy w dziegciowej wodzie z sodą, co umożliwiło zabarwienie płótna na kolor żółtawo szary. Japończycy natomiast już mieli umundurowanie koloru haki.

Kwestja umundurowania we Francji jeszcze w ubiegłej wojnie nie została rozwiązana, chociaż sprawa ta była poruszana w r. 1905, t. j. po wojnie rosyjsko-japońskiej. Projektowano tam zastosować sukno tak zwane trójkolorowe, składające się z wełny niebieskiej 60%, białej 10% i czerwonej 30%, lecz przy końcu r. 1913 okazało się, że we Francji brak czerwieni alizarynowej, którą dostarczały Niemcy, więc projekt trójkolorowego sukna — upadł. Zaspokojono się więc — tak zwanym kolorem „błękit horyzontu", w którym to widzimy i dziś jeszcze wojsko francuskie. Kolor ten jest więcej widoczny przy świetle dziennym, niż każdy inny; płyta fotograficzna chwyta go nader wyraźnie, a w świetle reflektorów kolor ten uwypukla się jaskrawo. Dobór więc koloru sukna w armji francuskiej był niezbyt trafny, jak również nie usunięto w początkach wojny błyszczących galonów i guzików, co w skutku okupiono znacznemi ofiarami. Natomiast niemieckie mundury w kolorze ziemisto-zielonkawym maskowały żołnierzy jak najdokładniej, do tego stopnia, że optyczne przyrządy z zastosowaniem filtrów, które miały specjalnie uwydatniać kolor „feldgrau" nie dały oczekiwanych rezultatów. Jeśli uwzględnimy, że żołnierz walczy w polu o różnych porach roku t. j. na różnie zabarwionych terenach, zagadnienie doboru koloru umundurowania przedstawia się, jako zagadnienie pierwszej wagi. Ważnem jest również maskowanie sprzętu i urządzeń i dostosowanie ich odpowiednio do warunków terenu.

Podczas wojny światowej w celu „mimikrji" stosowano siatki metalowe przeplatane rafją, używano też płótna malowanego, sieci rybackich, na których przymocowywane były wióry drzewne, farbowane pod kolor przyrody, używane również były tkaniny papierowe.

Bardzo ważnym zagadnieniem przyszłości będzie maskowanie namiotów przed wzrokiem nieprzyjacielskich lotników.

Oprócz maskowania nie mniej ważnem jest również nieprzepuszczalność i ogniotrwałość tkanin.

W przyszłości winno się zwracać uwagę na maskowanie świeżo wydobytej ziemi, przy wykopywaniu okopów, lub też przy innych robotach polowych. Podczas wojny ziemię świeżowykopaną najczęściej pokrywano darniną, sprowadzoną z dalszych stron, okopy 2-ej i 3-ej linji szybko zasiewano trawą, aby przyśpieszyć porost takowej stosowano sztuczne nawozy. Niemcy podczas operacji wojennych dla powyższych celów użyli około 2000 tonn nasion i takąż ilość nawozów sztucznych. Podczas wojny światowej maskowano również płatowce i balony. Francuzi dla maskowania swych dziennych samolotów, barwili je na kolor brunatno-zielony, malując nie-

prawidłowe pasy. Niemcy natomiast malowali w nieprawidłowe figury geometryczne. Nocne zaś samoloty malowano na kolor czarny lub ciemno-niebieski.

W intendenturze chemja również odgrywa dużą rolę przy badaniu surowców, produktów żywnościowych, tak w kraju, jak i na okupowanych terenach, przy rekwizycji i zdobytych na nieprzyjacielu, lub rozmyślnie przez niego zatrutych i pozostawionych produktach. Chemja ogromne usługi nam oddaje przy wyzyskaniu cennych nieraz odpadków jak: skóry, łoju, kopyt, rogów i t. p., z których osiąga się cenne tłuszcze, smary, mydła i t. d. W ten sposób, oprócz korzyści, osiągniętej z tych odpadków, utrzymuje się również do pewnego stopnia higienę w armji, ponieważ odpadki te nie gniją w polu, jako to bywało podczas ubiegłych wojen.

Analiza badanych produktów, zdobytych na nieprzyjacielu, da nam możność poznać, jakie surogaty wróg używa, a na podstawie tych danych możemy sądzić o zasobach żywnościowych wroga.

Najważniejszym może zagadnieniem będzie uniezależnienie się od zagranicy w dziedzinie lecznictwa (t. j. samowystarczalność w lekach, surowcach i półfabrykatach) i to nietylko w wojsku, lecz również i przy zaspokojeniu ludności cywilnej, ponieważ stan zdrowotny kraju odbija się na stanie zdrowotnym armji. Dziś zależni jesteśmy, niestety od zagranicy (i to od Niemców), a z chwilą zamknięcia granicy, będziemy pozbawieni najniezbędniejszych leków, jak: pyramidon, antipiryna, fenacetyna, alkaloidy i t. p. W kraju posiadamy surowce w dostatecznej ilości, lecz nie produkujemy wspomnianych artykułów tylko z powodu niższych cen konkurencyjnych firm zagranicznych. W czasie zaś wojny i braku zapasu leków, koszt produkcji nie będzie brany w rachubę.

Co do dalszych kwestyj i roli chemji w służbie zdrowia nasuwa się analiza wody, która może być zatruta przez nieprzyjaciela. (Wypadki podobne miały miejsce podczas ostatniej wojny, stosowali to Niemcy we Francji). Następnie analiza biologiczna, analiza gazów, produktów spożywczych, dezynfekcja kwater, schronów, dalej idą zagadnienia produkcji chemicznej dla mikrobiologji i histologji, wyroby różnych pożywek i rozczynów do hodowli, barwienie i rozpoznawanie bakterjologiczne. Ponieważ nie jest wykluczone, że przyszła wojna może przynieść jeszcze jedną niespodziankę w postaci wojny bakterjologicznej, a próby w tym względzie były już częściowo robione przez Niemców, więc znowu widzimy, że chemja ma niemałe zadanie do pokonania, czy to przy wyrobie czystych barwików, cukrów, jak to arabinozy, galaktozy, maltozy, mannitu, sorbitu i t. p., które to materjały

zażądają pracownie higieniczne, bakterjologiczne i histologiczne. Pominęliśmy tu rolę chemji w produkcji nawozów sztucznych, szkła, w garbarstwie, w fotografji, w papiernictwie, na które to artykuły podczas wojny zapotrzebowania znacznie wzrosną.

Z przytoczonych przykładów widzimy, jak ścisły kontakt ma chemja ze wszystkiemi gałęziami produkcji, jak ściśle jest związana z potrzebami i zagadnieniami wojny i życia codziennego. W początku światowej wojny kwestja ta u aljantów nie była przewidziana, z tego też powodu wypływa fakt nieumiejętnego wyzyskania ludzi odpowiednio wykwalifikowanych. Jako przykład niech służy fakt, że dwaj znani w świecie chemicy francuscy, laureaci nagrody Nobla — Grignard i Sabatier, służyli jako sanitarjusze II klasy, w czasie wojny i dopiero po upływie prawie pół roku wycofano ich z pola i dano im odpowiednie stanowiska w przemyśle.

Jak słabo się orjentowano w początku wojny co do znaczenia nowych wynalazków w dziedzinie chemji, może posłużyć niżej podany przykład: profesor Sabatier opracował szybką, tanią i specjalną metodę otrzymywania fenolu do wyrobu melinitu (materjału wybuchowego), dodatnie cechy którego polegały jeszcze na tem, że pomimo silnie kruszącego działania przy eksplozji, wytwarza się duża ilość tlenku węgla, — gazu silnie trującego. Projekt ten przez czas dłuższy leżał w ministerstwie wojny, poczem Sabatier otrzymał odpowiedź, by zgłosił się ze swym wynalazkiem do wydziału sanitarnego, ponieważ fenol jest używany w sanitarjacie do dezynfekcji.

ROLA APTEKARZA JAKO CHEMIKA.

Ponieważ wspomnieliśmy pobieżnie o zagadnieniach chemji, na zakończenie — parę słów o roli, jaką odegrali aptekarze-chemicy podczas wojny.

Zanim wspomnimy o tych pracach, cofniemy się nieco wstecz i przypomnimy, że kolebką chemji była farmacja, gdyż prawie cała ta dziedzina wiedzy związana jest ściśle z chemją.

Tak, jak nie możemy sobie wyobrazić lekarza bez znajomości anatomji; tak też i aptekarza — bez wiadomości z zakresu chemji. Nie jesteśmy w stanie wyliczyć tu nazwisk wszystkich aptekarzy, którym nauka zawdzięcza wybitne prace i wynalazki, począwszy od słynnego aptekarza Wilhelma Scheele z Upsali (w Szwecji) z r. 1774, do czasów obecnych.

Scheele'mu zawdzięczamy odkrycie chloru, tlenu, manganu, baru,

kwasów: molibdenowego, wolframowego, cyjanowego, gliceryny i wielu kwasów organicznych.

Tudzież udowodnił on, wbrew teorji flogistonistów, że tlen jest składową częścią powietrza; on pierwszy otrzymał tlen z czylijskiej saletry. Wracając jednak do naszego tematu, t. j. do roli, jaką odegrał aptekarz w wojnie światowej, zaznaczyć należy, że pierwszą przeciwgazową maskę w Anglji, która utrzymała się prawie przez 2 lata, skonstruował aptekarz. We Francji, gdy zapas leków został prawie wyczerpany, w pierwszych już 2 — 3 tygodniach wojny służba aptekarska stworzyła 16 aptek okręgowych i 24 magazynów rezerwy w kraju i 18 magazynów rezerwy materjału weterynaryjnego. Nie zważając na groźne położenie, w jakim znajdował się Paryż wskutek ciągłego ostrzeliwania, służba aptekarska wytrwała na swem stanowisku, i zaopatrzyła nietylko armję, lecz również i ludność cywilną w niezbędne leki, pokonywując duże przeszkody techniczne. Zapotrzebowania na leki wciąż rosły, a w miarę szerzenia się chorób jak np. malarji, która dziesiątkowała ludność i szeregi wojska zapasy chininy szybko wyczerpały się.

Gdy konsumcja chininy przed wojną w roku 1913 wynosiła 20 tonn, to w r. 1918 wzrosła do 90. Służba aptekarska, po dostarczeniu kory chinowej pokonała wszelkie przeszkody i zaopatrzyła Francję w ten niezbędny środek. Armję francuską zaopatrywała służba aptekarska w materjał bakterjologiczny, fizyczny, radiologiczny, wyrabiała termometry, które to przed wojną dostarczały tylko Niemcy.

Dla orjentacji przytoczymy tabelkę, która wykaże nam jakie wysiłki i jaką pracę twórczą wykonali wtedy francuzcy aptekarze.

Gdy w r. 1913 wyprodukowano		to w r. 1917
Antipiriny	1900 kg	10000 kg
Chloroformu	1800 kg	25000 kg
Wody utlenionej . . .	6500 kg	500000 kg
Chininy	800 kg	90000 kg
Waseliny	4500 kg	250000 kg
Pastylek wyrobiono .	6000 kg	80000 kg
Ampułek	500000 szt.	20000000 szt.
Opatrunków osobistych		6120000 szt.
Drenów opakow. sterylizow.		1135000 szt.
Jedwabiu		1135000 m.

W roku 1916 i 1917 Francja dostarczała już leki armjom sprzymierzonym. Oprócz tego służba aptekarska zorganizowała 400 aptek ratunkowych dla ludności cywilnej na terenach odebranych od Niem-

ców, ponieważ wszystkie apteki były tam doszczętnie zniszczone. Służba aptekarska nie ograniczyła się tylko na zaopatrzeniu frontu, lecz zakładała również i laboratorja, pracownie higjeniczne i toksykologiczne, obsadzając w nich stanowiska wyłącznie przez aptekarzy. Gdy w roku 1915 takich laboratorjów było zaledwie 40, to w r. 1918 liczba ich wzrosła do 250.

Co do dalszych prac aptekarzy zwrócimy tylko uwagę na najważniejsze.

Zdawałoby się np. w pierwszej chwili, że aptekarz nie może odegrać żadnej roli w marynarce podwodnej. Tymczasem francuska marynarka wojenna dużo zawdzięcza aptekarzom. Naprzykład prace naczelnego aptekarza marynarki wojennej Henry'ego dały możność zastosowania nadtlenku sodu i potasu w dziedzinie marynarki podwodnej, dzięki czemu łodzie podwodne mogły swobodnie przebywać pod wodą do 20 godzin.

Jednak, gdy łodzie podwodne zmuszone były przebywać w morzu Adrjatyckiem od 46 — 48 godzin i dłużej, powstały masowe objawy zatrucia wśród załogi, wskutek czego łodzie te przestały być czynne, nie mając obsługi. Zaczęto więc badać przyczynę tych masowych zatruć; lekarze byli bezradni. Rozwiązanie tego zagadnienia znów zawdzięczamy aptekarzowi marynarki, Henry'emu z Tulonu, oraz Lasterlin'owi z Szerburga i Joviller'owi z Dunkierki, którzy przeprowadzili badanie powietrza w podwodnych łodziach i niezależnie jeden od drugiego ustalili wszyscy trzej obecność arsenowodoru, który wytwarzał się z akumulatorów. Przy zastosowaniu aparatu Tissota i aparatu, wynalezionego przez aptekarza Jovillera — łatwo dało się usunąć trujące gazy.

Nie będziemy tu wymieniali reszty nazwisk aptekarzy, którzy swą wydajną pracą i wiedzą okazali wielką pomoc armji i ludności cywilnej.

Na zakończenie musimy stwierdzić, że aptekarz francuski wykonał powierzone mu zadanie przez kraj „cum eximia laude", co też historyk francuski wojny światowej specjalnie podkreślił w swem dziele p. t. „Chemja i wojna".

Naszem gorącem życzeniem pozostaje, by i nasza farmacja polska szła śladami swej siostry — farmacji francuskiej, dlatego też farmacja, jako nauka, winna otrzymać wszystkie prawa obywatelstwa, winna być traktowana na równi z innemi zawodami i nie być traktowaną po macoszemu w służbie zdrowia.

Należy pamiętać, że „Pharmacia est sorror medicinae — non ancilla".

TRAKTAT W WASZYNGTONIE I JEGO SKUTKI.

Na konferencji w Waszyngtonie dnia 1 lutego 1922 r. komisja, składająca się z przedstawicieli Francji, Anglji, Włoch, Japonji i Stanów Zjednoczonych, wyniosła rezolucję następującej treści:

„Ponieważ używanie gazów bojowych zostało prawie przez wszystkie cywilizowane państwa potępione, przeto konferencja Waszyngtońska zaprasza wszystkie państwa do zaniechania w przyszłości broni chemicznej podczas wojny". O ile umowa w Hadze o nieużywaniu broni chemicznej, dwukrotnie podpisywana, została li tylko świstkiem papieru, to obecnie czy można poważnie traktować propozycję waszyngtońską o zaniechaniu broni chemicznej?

Międzynarodowe umowy mają wtedy tylko znaczenie, gdy poza umową jest zorganizowana siła, która potrafi zmusić do szanowania danej umowy. O ile już doszło do starcia orężnego w polu, gdy ważą się losy niepodległości, gdy naród walczy na śmierć i życie — żadna umowa, żadne przepisy nie są w stanie zobowiązać go do zaniechania sposobów zwycięstwa.

Możemy śmiało powiedzieć, że z chwilą zastosowania broni chemicznej w wojnie światowej i na przyszłość takowa pozostanie. Nie znamy przykładu, aby zaniechano takiej broni, która przynosi sukcesy w polu. Zaniechanie rozwoju broni chemicznej lub niedbałość w tym względzie może w następstwie dać nieobliczalne skutki. Wiara zaś w ładne słówka wygłaszane na konferencjach — jest brakiem orjentacji polityczno-dyplomatycznej.

Amerykański minister wojny, ufny w projekt waszyngtoński, kazał wylać do oceanu cały zapas skroplonych gazów bojowych, co w skutku spowodowało udzielenie mu dymisji, a następca jego dał polecenie natychmiastowego dopełnienia zapasu mobilizacyjnego broni chemicznej. Traktat wersalski, ograniczający uzbrojenie Niemców, oraz zabraniający wyrobu broni palnej, tem samem szeroko otwiera drogę dla rozwoju broni chemicznej. O ile komisje kontrolne, według doniesień różnych dzienników, odnajdują jeszcze w Niemczech składy broni palnej i ich produkcje, to żadna komisja nie jest w stanie skontrolować prac w zacisznych laboratorjach chemicznych.

Chcąc powstrzymać w Niemczech rozwój broni chemicznej, należałoby zamknąć wszystkie fabryki chemiczne i cały przemysł, bo prawie każdy przemysł dziś wymaga artykułów chemicznych, jak: chlor, kwasy, tlen i t. p. Zakłady tkackie wymagają barwików, a każda fabryka barwików bardzo łatwo może być zamienioną na fabryki produkujące gazy bojowe.

Widzimy więc, z wyżej przytoczonych słów jak nierealnym jest punkt traktatu Waszyngtońskiego, ograniczający uzbrojenie chemiczne, oraz propozycja niestosowania gazów podczas wojny.

Ze źródeł wiarogodnych wiemy, że praca w kierunku rozwoju broni chemicznej wre we wszystkich państwach, budują się imponujące fabryki, arsenały, powiększane są kredyty na ten cel—tworzą się specjalne departamenty broni chemicznej.

CZĘŚĆ II. SZCZEGÓŁOWA.

FIZJOLOGICZNY PODZIAŁ BRONI CHEMICZNEJ NA GRUPY.

Śledząc uważnie za rozwojem i zastosowaniem broni chemicznej podczas wojny światowej, z punktu widzenia własności chemiczno-fizjologicznych dzielimy ją na kilka grup.

Do grupy pierwszej zaliczamy *gazy duszące:* Chlor, Fosgen ($COCL_2$), Dwufosgen (Perstroff) CCl_3COOCl, Chloropikrynę CCl_3NO_2 i t. p.

Do grupy drugiej zaliczamy *gazy trujące:* Tlenek węgla (czad) CO, kwas pruski HCN.

W 3-ciej grupie *gazów drażniących* należy wyróżnić 2 podgrupy, mianowicie w podgrupie a) *lakrymogeny* czyli *lakrymatory:*

Bromek benzylu ($C_6H_5CH_2Br.$).
Bromek ksylilu ($C_6H_4CH_3$ $CH_2Br.$).
Bromo-cyjanek benzylu (kamit.) C_6H_5 CH(CN) Br.
Chloroacetophenon C_6H_5CO CH_2Cl.

Do podgrupy b) zaliczamy gazy wywołujące *kichanie* t. zw. *sternity:*

Fenylodwuchloroarsina C_6H_5As Cl_2,
Dwufenylochloroarsina $(C_6H_5)_2$ As Cl,
Methylodwuchloroarsina CH_3 As Cl_2,
Dwufenyloaminochloroarsina (Adamsyt). NH $(C_6H_4)_2$ AS CL.

Do 4-ej grupy należą gazy powodujące *wymioty* t. zw. *womitatory:*

Etylokarbasol $(C_6H_4)_2 = N — C_2H_5$.
Chlorek fenylokarbilaminowy (fenylimidofosgen) C_6H_5 NC Cl_2.

Do ostatniej 5-ej grupy zaliczamy *płyny żrąco parzące*, do których należą: Iperyt (dwuchlorodwuethylen sulfina) $\begin{matrix} Cl-CH_2-CH_2 \\ Cl-CH_2-CH_2 \end{matrix} \rangle S$

Lewisit (Luizyt), składający się z:
monochlorowinyldichloroarsiny, $CH\ Cl{=}CH\ AsCl_2$
dwuchlorowinylchloroarsiny, $(CH\ Cl{=}CH)_2\ AsCl$
trójchlorowinylarsiny, $(CH\ Cl{=}CH)_3\ As$

Chlorek nitrobenzylu, tak zwany Cedenit $Cl\ CH_2C_6H_4NO_2$
i inne.

Oprócz powyżej wymienionych substancyj trujących, w zakres broni chemicznej wchodzą i inne środki jak to: *dymy zasłaniające, dymy trujące,* jak również *środki chemiczne zapalające.*

*
* *

Dla łatwiejszej orjentacji w rozmaitych własnościach pocisków artyleryjskich, Niemcy podzielili całą amunicję na 3 grupy, znacząc takowe krzyżami o odmiennych barwach.

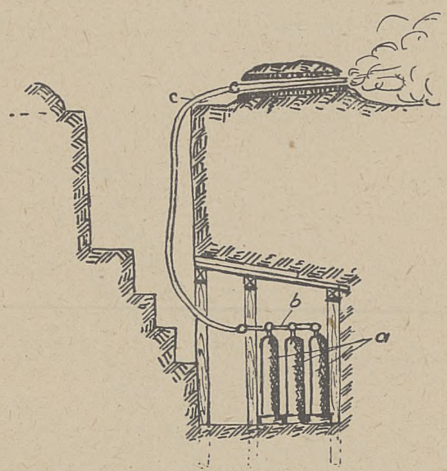
1-grupa, pociski zawierające gazy duszące, była znaczona — zielonym krzyżem.
2-grupa, pociski zawierające gazy drażniące, była znaczona — niebieskim krzyżem.
3-grupa, pociski zawierające gazy parząco-żrące, była znaczona — żółtym krzyżem.

Pociski zaś, zawierające mieszaninę różnych środków trujących, były znaczone pstrym krzyżem. Aljanci natomiast oznaczali swe pociski artyleryjskie różnokolorowemi pasemkami.

STOSOWANIE SUBSTANCYJ TRUJĄCYCH W WALCE.

Pierwszym napadem gazowym, wykonanym przez Niemców w r. 1915 był atak zapomocą fali gazowej. Atak falowy okazał się najtańszym środkiem walki i dał wówczas najlepsze rezultaty. Jednakże wykonanie takowego zawsze jest zależne od warunków meteorologicznych, terenowych i wymaga dość złożonej instalacji. Dla wykonania ataku falowego na wyznaczonym odcinku należy przedewszystkiem dostarczyć potrzebną ilość balonów (butli stalowych) z gazem skroplonym, chlorem lub fosgenem. Na 1 - kilometrową przestrzeń szerokości zużywa się około 3000 kg. skroplonego gazu, czyli około 1000 butli. Dostarczanie takowych odbywa się ze względu na przeszkody ze strony nieprzyjaciela tylko w nocy. Po dostarczeniu

balonów do pierwszej linji, ustawia się je w odpowiednich schronach i łączy w t. zw. kolektory, czyli baterje składające się z 8 — 12 sztuk. Butle stalowe są zgrupowane w dwa szeregi i połączone krótkiemi rurami z jedną główną rurą wypustową, koniec której wyprowadza się poza „przedpiersie" okopów. Przy ustawianiu kolek-



Francuska baterja butli gazowych.

a — butle tlenowe
b — rura łącząca baterje
c — rura wypustowa.

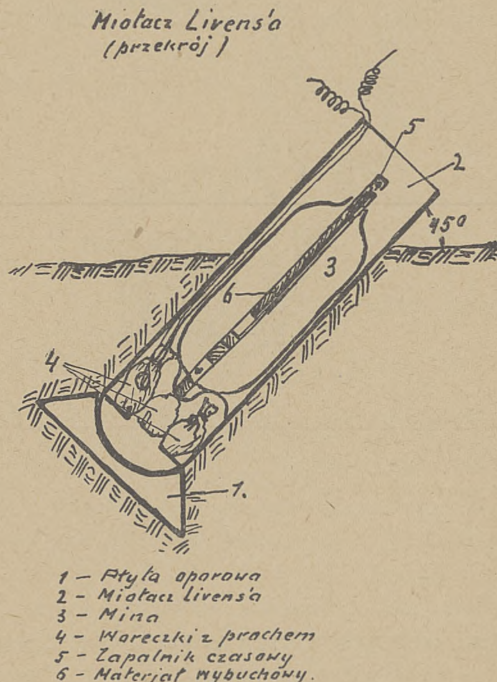
Rys. 1.

torów należy uwzględniać odległość pomiędzy niemi, ponieważ atakująca chmura gazowa w chwili wydostania się z kolektora przez rurę wypustową — rozpościera się wachlarzowato i łączy się z chmurami sąsiednich kolektorów dopiero na pewnej odległości od linji wypustu. Więc, im większa będzie odległość między kolektorami, tem później i dalej nastąpi połączenie się chmur w jedną wielką falę. O ile takie połączenie chmur nastąpiłoby za linją nieprzyjaciela, w takim razie minelibyśmy się zupełnie z celem ataku. Wobec tego rozmieszczenie kolektorów jest ściśle zależne od odległości pozycji nieprzyjaciela, od kierunku i siły wiatru. Dla obliczeń odległości kolektorów są specjalnie opracowane wzory schematyczne.

Również przed atakiem falowym należy uwzględnić własną pozycyjną linję, która, załamując się niejednokrotnie w różnych kierunkach, tworzy miejsce więcej wysunięte i narażone bezpośrednio na własne fale gazowe; dlatego też wykreślamy tak zwane linje

bezpieczeństwa i strefy rozproszenia. (1-strefa rozproszenia t. j. taka strefa, która określa granicę odsunięcia ognia artylerji od własnych wysuniętych pozycyj — równa się kątowi 5°, 2-strefa — bezpieczeństwa równa się kątowi 20° i 3-strefa równa się kątowi — 15°).

Dopiero po wykonaniu wspomnianych czynności przeprowadza się kilkudniowe, a nieraz i kilkunastodniowe badania meteorologiczne, notując przy tem kierunek i siłę wiatru. Wyzyskując warunki



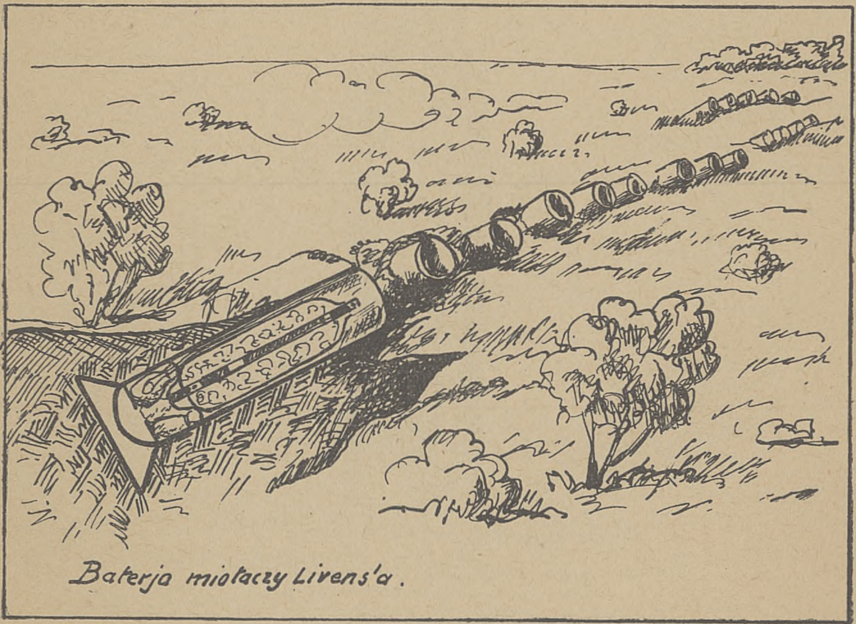
Rys. 2.

sprzyjające, otwiera się wszystkie kolektory, a wypuszczony gaz z kolektorów, unoszony wiatrem, kieruje się w stronę przeciwnika.

Jak widzimy z przytoczonych przykładów, skuteczność ataku falowego jest zależna od wielu czynników, i gdy uwzględnimy w końcu udoskonaloną maskę przeciwgazową, chroniącą dobrze od działania substancyj używanych do ataków falowych, to dojdziemy do przekonania, że fale gazowe są już dziś przeżytkiem.

Wobec powyższego w czasie wojny do przenoszenia gazów na pozycje nieprzyjaciela, stosowano miotacze min Liwensa i artylerję.

Historja powstania miotaczy min Liwensa przedstawia się w następujący sposób. Gdy Niemcy przy zdobywaniu okopów zastosowali miotacze płomieni, skuteczność których jednak była znikoma i działała na niewielką odległość i krótki przeciąg czasu, Anglicy doszli wówczas do przekonania, że można jednak nieprzyjaciela zarzucać materjałem płynnym palnym i to na znacznie większą odległość. W tym celu zastosowano mianowicie duże bańki, wypełnione naftą i prymitywne zapalniki.

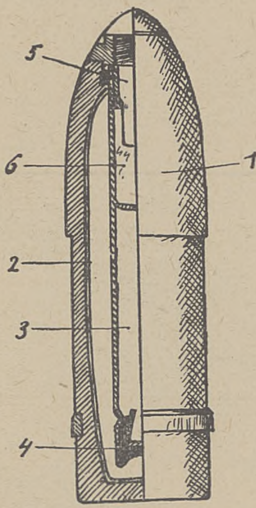


Rys. 3.

Oficer angielski kompanji technicznej, niejaki Liwens, wpadł na pomysł wyrzucania w powyższy sposób materjałów trujących, mianowicie gazów i substancyj żrących. Miotacz Liwensa jest najprostszym okopowym moździerzem, składającym się z rury stalowej średnicy około 8 cali i 84 cali długości — tak zwany krótki Liwens, i 126 cali długości — t. zw. długi Liwens. Krótki Liwens niesie na odległości 1350 metrów, długi zaś na 1600 metr. Nowsze typy amerykańskie niosą na odległość 4000 metr. Należy zaznaczyć, że dla przeniesienia jednego miotacza potrzeba 2-ludzi. Waga miny naładowanej wynosi 27,5 kg, z czego na materjał chemiczny przypada 50% t. j. 13,5 kg.

Ustawienie baterji miotaczy Liwensa nie przedstawia wiele trudności, a mianowicie: baterję, składającą się z 20-tu miotaczy, ustawia się w rowie pod kątem 45° i przysypuje ziemią; pierwszy Liwens ustawia się pod kątomierzem, następne dostosowuje się do pierwszego. Miotacze są połączone w jeden szereg z ręczną dynamomaszynką, przy pomocy której cała baterja oddaje strzał.

Ustawienie miotaczy nie zabiera dużo czasu, jedna kompanja w ciągu kilku godzin nocnych może ustawić baterję składającą się



Francuski pocisk gazowy z rurką.

1 - skorupa pocisku; 2 - ścianka izolacyjna; 3 - rurka z materjałem dymotwórczym; 4 - korek szklany; 5 - zapalnik; 6 - materjał wybuchowy. —

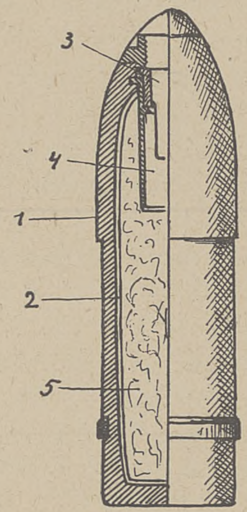
Rys. 4.

z 250 miotaczy. Atak gazowy zapomocą Liwensów nie jest zależny od warunków terenowych i meteorologicznych.

Przy takim ataku osiąga się największą koncentrację chmury gazowej, gdyż całą zawartość miny przenosi się na żądane miejsce bez jakichkolwiek bądź strat, nie tak, jak to ma miejsce przy ataku falowym. Należy zaznaczyć, że miny Liwensa chociaż i posiadają własności kruszące, lecz tylko w słabym stopniu, jednak niszczą zagrody z drutu kolczastego, które są ustawione przed zwykłemi blindarzami polowemi, niszczą również niewzmocnione schrony połowe przeciwgazowe.

Przy końcu wojny zjawiły się nowe miotacze min gazowych Stokesa, które prawie że wyparły miotacze Liwensa z użycia. Jednocześnie z rozwojem walki gazowej zapomocą miotaczy Liwensa, rozwijał się i sposób wykonywania ataków chemicznych pociskami artyleryjskiemi. Pociski te jednak są najmniej ekonomiczne, gdyż zawierają zaledwie 10% chemicznych substancyj bojowych.

Nie będziemy poruszali sprawy samej techniki pocisków, jak również systemu ich napełniania, dziedzina ta bowiem wchodzi w zakres



Francuski pocisk gazowy.

1 - Skorupa pocisku; 2 - ścianka izolacyjna; 3 - zapalnik; 4 - mat. wybuchowy; 5 - substancja gazowa.

Rys. 5.

techniki gazów bojowych, a przytoczymy tylko wymiary obłoków gazowych, wytwarzanych przez pociski o różnych wymiarach, a mianowicie:

pocisk 75m/m tworzy obłok o wymiarze 16m^3,
„ 155m/m „ „ „ 1000m^3

Co do zdolności zatruwania terenów przez pociski z substancjami żrącemi trudnolotnemi, to za przykład mogą służyć pociski iperytowe, które zatruwają teren według następujących danych:

pocisk 75m/m zatruwa teren na przestrzeni — 20m^2,
„ 105m/m „ „ „ „ — 50m^2,
„ 155m/m „ „ „ „ — 200m^2,

widzimy więc z przytoczonych wyżej przykładów, że skuteczność pocisków artyleryjskich jest bardzo duża.

Pociski artyleryjskie były napełnione substancjami lotnemi lub trwałemi. Podział taki jest niezbędny, gdyż sposób wytwarzania chmury atakującej przy pomocy pocisków z substancją lotną jest inny, niż przy stosowaniu pocisków z substancją trwałą.

Znając wymiar obłoku gazowego, który wytwarza się pewnym kalibrem pocisku i wielkość ostrzeliwanego terenu, który to poprzednio dzieli się na odpowiednią ilość pasów o szerokości 50 mtr. (jak szachownicę), oblicza się kubaturę powietrza nad danym odcinkiem, uwzględnia się siłę i kierunek wiatru, wylicza się potrzebną ilość pocisków dla stworzenia chmury o zabójczej koncentracji i dopiero wtedy ostrzeliwa się każdą krawędź takiego pasa.

Przy zastosowaniu substancyj chemicznych trudnolotnych postępuje się w następujący sposób:

Ponieważ wiadomo, jaką przestrzeń zatruwa jeden pocisk, łatwo można obliczyć, ile pocisków należy zużyć w celu zatrucia danego terenu.

Pocisk naprz. iperytowy 75 mm. zatruwa teren 20 m^2 zaś pocisk 105 mm. zatruwa teren 50 m^2, a 155 mm. — 200 m^2. Praktycznie biorąc, jak przy substancjach lotnych, tak i przy trudnolotnych, ilość pocisków bierze się nieco większą, mając na uwadze nieprzewidziane okoliczności.

Przytoczymy skutki pocisków gazowych z wojny światowej na froncie francuskim.

Francuzi ostrzeliwali 5 bateryj niemieckich, zużywając po 400 pocisków 75 mm. na każdą baterję; podczas natarcia francuskiej piechoty, wspomniane 5 baterji niemieckich milczały.

Następnie Francuzi ostrzeliwali 7 bateryj niemieckich pociskami 155 mm. zużywając po 1000 pocisków na baterję, które to przez przeciąg 3 dni były bezczynne. Fort Donamont Francuzi unieszkodliwili przy pomocy 300 pocisków 75 mm. i 1000 pocisków — 155 mm.

Oprócz pocisków, służących do przerzucania substancyj gazowych na teren przeciwnika, są jeszcze używane granaty ręczne, granaty karabinowe, które najczęściej bywają stosowane przez piechotę.

Co do zasłon dymowych, tak często używanych podczas wojny światowej, to takowe wytwarzają się zapomocą specjalnych pocisków artyleryjskich, świec dymowych, min Liwensa, bomb Stokesa i granatów ręcznych oraz karabinowych.

TAKTYKA BRONI CHEMICZNEJ.

Ponieważ wspomnieliśmy w krótkich słowach o materjale broni chemicznej, przeto dla całokształtu omówimy w kilku słowach ogólne zasady taktyki zastosowania broni chemicznej.

Broń chemiczna zależnie od zachowania się jej na terenie walki, dzielimy na następujące grupy:

a) na broń chemiczną *krótkotrwałą* (lotną),
b) „ „ „ *umiarkowanietrwałą*,
c) „ „ „ *długotrwałą*,

Stosownie do działania fizjologicznego dzielimy takową na działającą natychmiast lub z mniejszem lub większem opóźnieniem. Pod względem taktycznym działanie fizjologiczne substacyj trujących jest mniej ważne, natomiast ważniejszym jest, czy skutek będzie wywołany natychmiast, lub po pewnem opóźnieniu, albo też będzie trwał przez czas dłuższy.

Broń chemiczna krótkotrwała odgrywa ogromną rolę przy natarciu własnem, gdyż daje możność piechocie posuwać się naprzód.

Artylerja przedewszystkiem ostrzeliwuje pociskami gazowemi nieprzyjacielskie punkty obserwacyjne, punkty oporu, gniazda karabinów maszynowych, szeregi nieprzyjaciela; ogień taki nazywa się ogniem niszczącym.

O ile zatruwa się zapomocą pocisków gazowych pewne tereny w celu ograniczenia zdolności manewrowej przeciwnika, taki ogień nazywa się ogniem zaporowym.

Przy zatruciu odwodów nieprzyjaciela, celem zmniejszenia siły przeciwnatarcia, ogień taki nazywa się nękającym.

Gdy przy ostrzeliwaniu pociskami gazowemi dąży się do obniżenia sprawności bojowej nieprzyjaciela i zmuszenia go do nałożenia maski, taki ogień nazywa się ogniem neutralizującym. Gdy zaś przy ostrzeliwaniu pociskami gazowemi dąży się do obniżenia stanu moralnego w oddziałach nieprzyjacielskich i to na czas dłuższy — taki ogień nazywa się ogniem wyczerpującym.

Umiejętne wyzyskanie pocisków gazowych jest w ścisłej zależności od sytuacji w polu, t. j. od warunków czy to samego natarcia, czy też odwrotu lub obrony.

Należy w takich wypadkach orjentować się szybko, jaki rodzaj pocisków należy w danej sytuacji zastosować. Nie zawsze można się uciekać do pocisków gazowych długotrwałych, a często zachodzi potrzeba stosowania pocisków krótkotrwałych i to z takiem oblicze-

niem, by w chwili własnego natarcia oddziały nie uległy zatruciu. Co do stosowania pocisków artyleryjskich dymotwórczych, to takowe bywają używane dla wytwarzania dalekich zasłon dymowych, zaś granaty ręczne, karabinowe, bomby i świece służą dla osłon małych natarć lokalnych.

Zasłony dymowe stosują również dla demonstracji, dla wprowadzenia przeciwnika w błąd, co do kierunku natarcia, również dla powiększenia frontu ataku gazowego i dla zamaskowania przymusowego odwrotu. Ponieważ dymy te mogą zawierać i domieszkę substancyj trujących, a przebywanie bez maski staje się niebezpiecznem, przeto przeciwnik zmuszony jest nałożyć maski i obniża tym sposobem swą sprawność bojową o jakieś 15—20%. Najczęściej zasłony dymowe stwarzają sytuację niepewną, zmuszają nieprzyjaciela zwykle do koncentrowania ognia w kierunku zasłony, więc z tego powodu pozostawanie tuż za zasłoną dymową, nie jest wskazanem. Zasłony dymowe poleca się wytwarzać w pobliżu stanowisk nieprzyjaciela.

Pociski dymowe są używane również celem wskazania kierunku natarcia własnym oddziałom, jednakże należy pamiętać, że zastosowanie broni chemicznej w polu wywołuje ze strony nieprzyjaciela takiż odwet, z tego powodu wszelką broń chemiczną należy stosować po uprzedniem i dokładnem opracowaniu planu działań, a zatem broni chemicznej, jako półśrodka, nigdy nie należy używać. Przy zastosowaniu należy oczekiwać odwetu, więc i samemu zawczasu należy być w pogotowiu gazowem.

CHEMJA GAZÓW BOJOWYCH.

Po uprzedniem przytoczeniu klasyfikacji gazów bojowych na grupy, należy wspomnieć chociaż pobieżnie o chemji gazów bojowych z uwzględnieniem ich produkcji technicznej.

Chlor. Chlor został otrzymany po raz pierwszy przez aptekarza Scheele w roku 1774. Otrzymywanie chloru w technice odbywa się kilkoma metodami: metodą Weldona, Deacona, a także według sposobów najnowszych, polegających na elektrolizie roztworów NaCl i KCl metodą rtęciową Castner - Kellera, najczęściej zaś jest stosowaną metoda dzwonowa Billitera. Najodpowiedniejszą postacią chloru dla przemysłu okazał się chlor ciekły otrzymywany metodą Knietsch'a. — Chlor jest to gaz o zabarwieniu zielonkawo - żółtem, $2^1/_2$ raza cięższy od powietrza, 1 litr chloru w temperaturze 0^0 pod

ciśnieniem 760 m/m (1 atmosf.) waży 3.208 grama. Temperatura krytyczna + 144° C., temperatura wrzenia 33,6° C°. Pod ciśnieniem 6½ atmosfer w temperaturze pokojowej, lub przy ciśnieniu 3½ atmosfer w temperaturze 0°, albo też przy oziębieniu do — 33°, chlor przechodzi w stan ciekły.

Przy produkcji gazów bojowych chlor ma bardzo ważne znaczenie i szerokie zastosowanie, albowiem prawie 85% gazów bojowych w swym składzie zawiera chlor.

Koncentrację chloru w powietrzu 0,01/m³ można wyczuć przez powonienie, przy stężeniu 0,48/m³ następuje podrażnienie górnych dróg oddechowych, natomiast koncentracja 0,96/m³ jest już nie do zniesienia i daje poważne objawy zatrucia.

W organizmach żywych chlor łączy się przedewszystkiem z wodą $Cl_2 + H_2O = HClO + HCl$. Wymienione kwasy w obecności jonów sodu dają sole NaCl i NaClO, z których NaClO pod wpływem CO_2 rozkłada się we krwi w/g równania $2NaClO + CO_2 = Na_2CO_3 + Cl_2 + O$, z przebiegu tej reakcji widzimy, że chlor jest mocnym odczynnikiem utleniającym. W organizmie żywym reakcje zachodzą dość powolnie (przebieg reakcji zależy również i od stężenia) i nieraz przy sekcji zwłok nawet na 2—3 dzień przy trepanacji czaszki udawało się wyczuć zapach chloru.

Nagromadzenie w żywym organiźmie kwasu solnego przy zatruciu chlorem wywołuje tak zwane przekwaszenie krwi, czyli acidozę.

Do ważniejszych odczynników na chlor możemy zaliczyć:

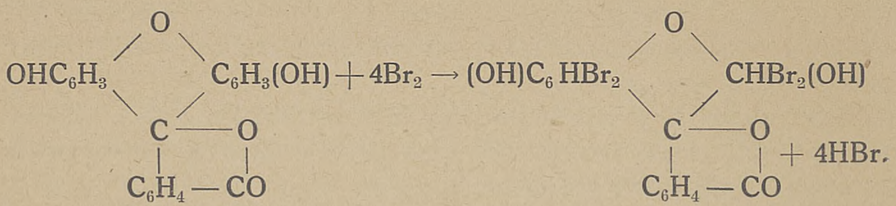
1) rozczyn KJ z domieszką skrobji; przepuszczając zatrute powietrze przez płóczkę z rozczynem jodku potasu i skrobji w myśl równania $2KJ + Cl_2 = 2KCl + J_2$; wydzielony jod zabarwia rozczyn skrobji na kolor niebieski; można również z powodzeniem posługiwać się pasemkiem bibuły nasyconym wymienionym rozczynem, a następnie wysuszonym, jednak przed próbą należy bibułę zwilżyć wodą, zabarwienie skrobji zaobserwujemy na papierku.

2) Więcej pewny odczynnik barwny możemy otrzymać, posługując się mieszaniną o składzie:

0,2	Fluorescini
30,0	Kalii bromati
2,0	Kalii carbonici
10,0	Glycerini puri

Pasemka bibuły nasycone tym rozczynem suszą się, a w miarę potrzeby zwilża się papierek, który w obecności chloru zmienia swój pierwotny kolor żółty na kolor jaskrawo - czerwony, albowiem wy-

dzielony brom z KBr. przy działaniu na fluorescinę dale eosynę w/g równania:



fluorescina — eosyna

Ponieważ hyposulfit (tiosiarczan sodu) $Na_2S_2O_3$ wstępuje bardzo łatwo w reakcję z chlorem: $2Na_2S_2O_3 + Cl_2 = 2NaCl + Na_2SO_4$ — dając sól kuchenną i sól kwasu siarkowego, więc w tym celu hyposulfit był używany jako zasadniczy odczynnik na chlor do pierwszego typu masek przeciwgazowych w rozczynie wodno glicerynowym, którym przesycano tkaniny masek.

Drugim zasadniczym materjałem, który odegrał pierwszorzędne znaczenie w obronie przeciwgazowej i przeistoczył budowę pochłaniaczy — jest węgiel aktywowany, który posiada nietylko własność absorbcyjną (chłonną) gazów bojowych na swej powierzchni, lecz również posiada zdolność katalityczną.

Np. niemiecki węgiel aktywowany z czasu wojny światowej posiadał zdolności pochłaniania od 150—200% gazu w stosunku do własnej wagi.

Więcej szczegółowo omówimy tą sprawę przy pochłaniaczach.

Fosgen. $COCl_2$ odkryty w roku 1812 przez G. Devi, (tlenochlorek węgla) otrzymuje się przy przepuszczaniu mieszaniny czystego tlenku węgla CO i chloru nad węglem aktywowanym, który w danym wypadku działa, jako katalizator. Czysty tlenek węgla otrzymuje się przy ogrzewaniu w kotłach parowych wodnego roztworu kwaśnego węglanu potasu ($KHCO_3$) i przepuszczając wywiązujący się dwutlenek węgla nad ogrzanym do 1000° węglem: 1) $2KHCO_3 + H_2O + t^0 = K_2CO_3 + CO_2$, 2) $CO_2 + C + t^0 = 2.CO$.

Następnie przepuszczamy CO i Cl_2 przez szereg komór nad węglem aktywowanym w temperaturze około 70° C., — otrzymujemy fosgen.

3) $CO + CL_2 +$ katalizator t^0 — $COCL_2$. Pozostały zaś w rozczynie węglan potasowy, podlega pod wpływem gazów spalinowych regeneracji na kwaśny węglan potasu, t. j. materjał wyjściowy $K_2CO_3 + H_2O + CO_2 = 2KHCO_3$.

Fosgen jest cieczą, mniej lotną, niż chlor. Temperatura wrzenia waha się około + 8,2°C. Ciężar właściwy jest znacznie większy, niż chloru, wobec czego pozostaje on dłużej na powierzchni ziemi, dyfunduje znacznie wolniej, niż chlor. *Fosgen przypomina zapach zgniłych liści lub siana.*

Fosgen używał się przy atakach falowych w mieszaninie z chlorem (40% chloru i 60% fosgenu). Następnie stosowano go także i do min Liwensa. Gdy spostrzeżono, że pumeks pochłania potrójną ilość fosgenu w stosunku do swej wagi ($5\frac{1}{2}$ kg. pumeksu pochłania około 13 kg. fosgenu), zaczęto stosować go do pocisków artyleryjskich. Pociski takie okazały się bardzo praktyczne, gdyż fosgen dłużej wyparowywał z pumeksu na terenie i czynił takowy bardziej niebezpiecznym. Francuzi natomiast, korzystając z rozpuszczalności fosgenu w toluolu, wyzyskali ten roztwór do napełniania pocisków celem przedłużenia działania fosgenu w terenie.

Z obliczeń badań fizjologicznych wypadało, że o ile pies ginie w koncentracji 2,5 miligrama chloru na 1 litr powietrza po 30 minutach, to takiż sam efekt otrzymano przy koncentracji fosgenu 0,3 miligrama na 1 litr powietrza. Jak widzimy z przytoczonego przykładu, napastliwość fosgenu jest 8-krotnie większą od chloru.

Ważnem jest zjawiskiem, że fosgen działa na żywe istoty podstępnie; przy słabych koncentracjach fosgenu człowiek może przebywać na powietrzu od kilku do kilkunastu godzin, t. j. do spostrzeżenia wyraźnych objawów zatrucia.

Takie opóźnione działanie fosgenu przy słabych koncentracjach możemy tłumaczyć prawem działania mas, które głosi, „że szybkość reakcji jest zależną od stężenia drobinowego ciał reagujących". Fosgen, jako typowy chlorobezwodnik kwasowy, pod wpływem wody ulega hydrolizie: $COCl_2 + H_2O = CO_2 + 2HCl$.

Gdy czysty fosgen wylejemy do wody, nastąpi dość gwałtowna reakcja, natomiast w słabem rozcieńczeniu odbywa się ona bardzo powoli, a zjawisko to tłumaczymy w ten sposób, że słaba koncentracja fosgenu w atmosferze jest trwalsza i działa wobec tego podstępnie.

Węgiel, który odgrywa podwójną rolę, jako środek kondensacyjny i katalityczny, rozkłada fosgen na HCl, CO_2 i H_2O.

Ciekawem zjawiskiem jest, że obecność w powietrzu nawet nieznacznej domieszki *fosgenu możemy wyczuć przy paleniu papierosa,* którego smak rażąco się zmienia. Przed wojną fosgen był używany przy syntezach barwików. *Fosgen jest cieczą* mniej lotną, niż

chlor, temperatura wrzenia waha się około + 8,2°C. Ciężar właściwy przy O° — 1,432, przy 8,2° — 1,420 przy 18° — 1,392.

O ile chlor jest 2,49 razy cięższy od powietrza, to fosgen jest 3,5 razy cięższy, wobec czego pozostaje dłużej na powierzchni ziemi i dyfunduje znacznie wolniej, niż chlor.

Fosgen rozpuszcza się w benzolu, ksylolu, totuolu, w lodowatym kwasie octowym.

Z zasadami i solami alkalicznemi fosgen szybko wstępuje w reakcję:

a) $COCl_2 + 4NaOH = 2NaCl + Na_2CO_3 + 2H_2O$,

b) $COCl_2 + 3Na_2CO_3 + 2H_2O = 2NaCl + 4NaHCO_3$.

Z amonjakiem fosgen reaguje dość energicznie i w rezultacie otrzymujemy mocznik:

$$COCl_2 + 4NH_3 = CO\begin{matrix} \diagup NH_2 \\ \diagdown NH_2 \end{matrix} + 2NH_4Cl$$

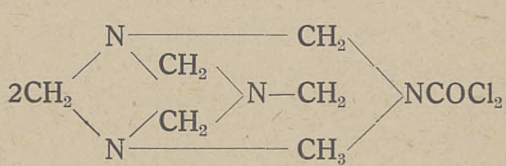
Z aminami aromatycznemi, jak naprzykład z aniliną, fosgen reaguje, dając w rezultacie dwufenylomocznik w/g równania:

$$2C_6H_5NH_2 + COCl_2 = C_6H_5NH - CO - NHC_6H_5 + 2HCl,$$

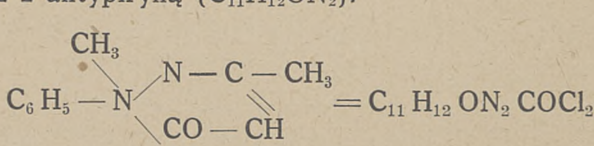
który wypada w postaci białego nierozpuszczalnego osadu. Fosgen z dwumethylfenylaminą daje benzofen:

$$2(CH_3)_2\,C_6H_3NH_2 + COCl_2 = 2HCl + CO\begin{matrix} \diagup C_6H_3\,(CH_3)_3 \\ \diagdown C_6H_3\,(CH_3)_3 \end{matrix}$$

Z urotropiną/CH_2/$_6$ N_4 fosgen daje podwójne dość trwałe połączenie:



jak również z antypiryną ($C_{11}H_{12}ON_2$).



Przy działaniu fosgenu na dwumetyloaminę otrzymujemy tak zwany keton Michlera:

$$CO\begin{array}{l}\diagup Cl + C_6H_5N(CH_3)_2 \\ \diagdown Cl + C_6H_5N(CH_3)_2\end{array} = CO\begin{array}{l}\diagup C_6H_4N(CH_3)_2 \\ \diagdown C_6H_4N(CH_3)_2\end{array} + 2HCl$$

Przy działaniu fenolatu sodu na salicylan sodu w obecności fosgenu, możemy otrzymać salol (dawna metoda Eckenroth'a):

$$C_6H_5ONa + C_6H_4(OH)CO_2Na + COCl_2 = C_6H_4\begin{array}{l}\diagup CO—O—C_6H_5 \\ \diagdown OH\end{array} + $$
$$+ 2NaCl + CO_2$$

przy działaniu fosgenu na alkaliczny rozczyn eteru jednomethylopyrokatechiny czyli na guajakol otrzymamy tak zw. duotal:

$$2C_6H_4\begin{array}{l}\diagup OH \\ \diagdown OCH_3\end{array} + COCl_2 + 2NaOH \rightarrow \begin{array}{l}CH_3—O—C_6H_4\diagdown O\diagdown \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\quad > CO + \\ CH_3—O—C_6H_4\diagup O\diagup\end{array}$$
$$+ 2NaCl + 2H_2O.$$

Poza tem fosgen używa się przy produkcji barwików, a zatem widzimy, że fosgen ma również i zastosowanie w przemyśle podczas pokoju.

Do jakościowego oznaczenia fosgenu możemy posługiwać się następującemi reakcjami:

1) Przy przepompowywaniu powietrza zatrutego fosgenem przez 2—3% rozczyn aniliny w płóczce wypadają białe kryształy dwufenylomocznika: $2C_6H_5NH_2 + COCl_2 = C_6H_5NH—CO—NHC_6H_5 + 2HCl$. Przy wykonywaniu tej reakcji należy zachować pewne ostrożności, a mianowicie: analizowane powietrze należy uprzednio przepuścić przez pumeks zroszony mocnym rozczynem KJ, a następnie przepuścić go przez rurkę szklaną z kryształami tiosiarczanu sodu. Chodzi o to, że należy usunąć wolny chlor, który przy tej reakcji może dać jako przejściowy produkt trójchloroanilinę.

2) W rozczynie z 1,0 dwumethyloamino-benzaldehydu i 1,0 dwufenylaminy w 20,0 spirytusu zanurzają się pasemka bibuły, następnie bibuła się suszy.

Przy zmoczeniu wodą w obecności fosgenu bibuła żółknie i tem intensywniej, im większa jest koncentracja fosgenu w powietrzu.

3) Ilościowo określa się fosgen miareczkowaniem, a mianowicie: 2 litry badanego powietrza przepompowujemy przez rozczyn KOH

w spirytusie 25,0 — 30,0 w naczyniu Dreksela w ciągu 5—7 minut; możemy posługiwać się również i rozczynem NaOH w spirytusie, lecz w tym wypadku musimy brać rozczyn 2-normalny.

Po przepompowaniu powietrza, nadmiar ługu zobojętnia się kwasem azotowym, a otrzymany rozczyn chlorku potasowego miareczkujemy 1/20N rozczynem azotanu srebra w/g Folgarda. O ile w badanem powietrzu podejrzewaną jest obecność wolnego chloru, należy badane powietrze przesączyć uprzednio przez 1 : 10000 KJ, a następnie postąpić, jak wskazano poprzednio. Obliczamy wolny chlor w pierwszem naczyniu, które zawierało rozczyn KJ, gdzie został wytrącony jod i miareczkujemy 1/20 N rozczynem tiosiarczanu.

Dwufosgen. ($Cl—COOC.Cl_3$). Chloromrówczan trójchlorometylu. Sposób wytwarzania dwufosgenu polega na otrzymaniu najpierw estru metylowego kwasu - mrówkowego, a następnie na chlorowaniu go przy udziale światła lampy kwarcowej (reakcja fotochemiczna). $HCOOH + CH_3OH. = H_2O + HCOOCH_3$.

Mrówczan metylu może być jeszcze otrzymany przez destylację mrówczanu sodu z dwumetylem siarczanu $2(HCOO\ Na + (CH_3)_2SO_4 = 2HCOOCH_3 + Na_2SO_4$.

Do otrzymania estrów możemy zastosować również metodę Fiszera, polegającą na stosowaniu suchego chlorowodoru. Dwufosgen jest cieczą prawie bezbarwną, punkt wrzenia $127,5^0$, ciężar właściwy 1,65, ma bardzo silny zapach, lecz nie tak wstrętny, jak fosgen. Przypomina *nieco zapach owoców*, a będąc mniej lotnym od fosgenu, dłużej utrzymuje się na terenie, *silnie podrażnia oczy* i posiada własności znacznie napastliwsze od fosgenu.

W organiźmie żywym cząsteczka dwufosgenu rozpada się na 2 cząsteczki fosgenu, które „in statu nascendi" działają, jako fosgen. Stosowano go w polu celem masowego zatrucia przy opóźnionem nałożeniu masek, lub celem wyczerpania materjału chłonnego w pochłaniaczach.

Chloropikryna. CCl_3NO_2 (czyli nitrochloroform lub nitrotrojchlorometan). Związek ten został wykryty przez Stenhausena w roku 1848.

Zdawałoby się, że nitrochloroform czyli chloropikryna mogłaby być otrzymaną przy nitrowaniu chloroformu w myśl reakcji $CHCL_3 + HNO_3 = H_2O + CCl_3NO_2$; lecz metoda ta jest mało wydajną. Chloropikrynę otrzymał Szmidt, przez chlorowanie kwasu pikrynowego $C_6H_2(NO_2)_3OH$ wapnem chlorowanem; reakcja ta odbywa się dość gwałtownie. — Moglibyśmy otrzymać chloropikrynę przez de-

stylację mieszaniny spirytusu drzewnego, soli kuchennej, saletry i kwasu siarkowego w myśl równania: $CH_3OH + NaCl + NaNO_3 + H_2SO_4 = CCl_3NO_2 + Na_2SO_4 + 2H_2O + H_2$. Jak również działając chlorem bezpośrednio na kwas pikrynowy $C_6H_2OH(NO_2)_3 + 11\,Cl_2 + 5H_2O = 3\,CCl_3NO_2 + 3CO_2 + 13HCl$, lecz w tym ostatnim wypadku zatraca się dużo chloru (13HCl), co w technice, ze względów ekonomicznych, ma bardzo ważne znaczenie. Fabrykacja chloropikryny odbywa się zapomocą wapna chlorowanego.

$$2C_6H_2OH(NO_2)_3 + 22CaOCl_2 = 6CCl_3NO_2 + 6CaCO_3 + 13CaCl_2 + 3Ca(OH)_2.$$

Ze względów praktycznych dogodniejszem jest wychodzić nie z kwasu pikrynowego, a z pikrynianu wapnia, który to jest łatwiej rozpuszczalny w zimnej wodzie. Wobec tego kwas pikrynowy przeprowadzamy w pikrynian wapnia w myśl równania: $2C_6H_2OH(NO_2)_3$.

$$+ Ca(OH)_2 = Ca\langle{}^{OC_6H_2(NO_2)_3}_{OC_6H_2(NO_2)_3} + 2H_2O$$ i następnie chlorujemy.

Chloropikryna jest ciałem płynnem, oleistem c. włas. 1,69 p. wrzen. 112°, nierozpuszczającem się w wodzie, jest znacznie trwalszą na terenie od fosgenu i dwufosgenu. *Działa jako środek duszący, oraz dotkliwie drażniący oczy.* Stosowano chloropikrynę przeważnie w pociskach, w mieszaninie z fosgenem z 20% domieszką $SnCl_4$.

Ponieważ chloropikryna jest dość trwałym związkiem, przeto są pewne trudności przy wykonywaniu jakościowych ew. ilościowych reakcyj. Ani kwasy, ani zasady na chloropikrynę w zwykłej t° nie działają.

Jedynie przy działaniu siarczynów krystalicznych, jak np. siarczynu sodu, chloropikryna oddaje całkowicie swój chlor, zatrzymując grupę NO_2 w/g równania:

$$CCl_3NO_2 + 3\,Na_2SO_3 + H_2O = HC\begin{cases} NO_2 \\ SO_2 - ONa \\ SO_2 - ONa \end{cases} + NaHSO_4 + 3\,NaCl$$

reakcja ta daje możność określenia zawartej w powietrzu chloropikryny.

Co do innych reakcyj możnaby przytoczyć następujące: przy działaniu kwasu octowego i żelaza metalicznego powstaje metylamina, przy gotowaniu chloropikryny z alkoholowym rozczynem amonjaku otrzymuje się guanidynę $CNH(NH)_2$.

Najlepszym jednak odczynnikiem fizjologicznym jest oko, gdyż

przy stężeniu 1 : 1.000.000 chloropikryna wywołuje podrażnienie oczu. Przy stężeniu 1 : 200.000 wywołuje tak silne podrażnienie i łzawienie, że dłuższe przebywanie w takiej atmosferze staje się niemożliwe, przy stężeniu 1 : 50000 nie chronią nawet szczelne okulary.

Zależnie od koncentracji chloropikryny mamy różne stopnie zatrucia.

Znaczniejsze stężenie chloropikryny działa drażniąco na nervus trigeminus i jego rozgałęzienia, wywołując kurczowe zamykanie powiek.

Przy silniejszych stężeniach, względnie przy przebywaniu przez czas dłuższy w słabych stężeniach chloropikryny, następują odruchowe wymioty.

Śród tych objawów mogą również nastąpić inne uszkodzenia jak to: zapalenie spojówek (conjunctivis acuta), zapalenie krtani, oskrzeli, również może powstać martwica górnych warstw nabłonka.

Ponadto należy zaznaczyć, że chloropikryna jest zdolna przenikać do pęcherzyków płucnych, dając objawy takie, jakie dają silne stężenia fosgenu wzgl. chloru, co w skutkach swych może wywołać poliglobulję, czyli zgęstnienie krwi.

Przy silniejszych koncentracjach 2—7,5 mm/m^3 śmierć może nastąpić momentalnie wskutek silnego skurczu mięśnia sercowego.

W czasie wojny przeprowadzono dużo prób i doświadczeń nad chlorowco-pochodnemi szeregu aromatycznego. Jak wiadomo, chlorowco-pochodne grupy aromatycznej otrzymują się przez podstawienie chlorowca w rdzeniu benzolowym, przy ochładzaniu i przy udziale reakcji fotochemicznej. Podstawienie chlorowca w łańcuchu *bocznym odbywa* się przez działanie chloru w stanie pary przy ogrzewaniu grupy aromatycznej. Charakter chlorowca w obydwu wypadkach jest różny. Chlorowiec w rdzeniu nie reaguje ani z wodą, ani z alkaljami, natomiast chlorowiec w łańcuchu bocznym zachowuje się tak, jak chlorowco-pochodne w szeregu zwykłych węglowodanów nasyconych. Podczas wojny stosowano następujące chlorowco-pochodne szeregu aromatycznego, jako środki łzawiące, czyli lakrymatory:

Bromek benzylu ($C_6H_5CH_2Br$.)
Chlorek benzylu ($C_6H_5CH_2Cl$.),
Jodek benzylu ($C_6H_5CH_2J$.).
Bromek ksylylu ($C_6H_4 \langle {CH_3 \atop CH_2} \rangle Br$.

Jodek ksylylu $C_6H_4 \begin{array}{l} \diagup CH_3 \\ \diagdown CH_2J \end{array}$

Dwubromek metaksylenowy $C_6H_4 \begin{array}{l} \diagup CH_2Br. \\ \diagdown CH_2Br. \end{array}$

Są to ciała płynne z wyjątkiem jodku benzylu i jodku ksylilu. Często używano przez Niemców **T-stoff** — mieszaninę, składającą się z bromku benzylu 88% z bromoacetonem 12%.

Ponieważ wymienione chlorowco-pochodne działają na ścianki pocisków, przeto te ostatnie należało uodpornić na działanie chemikalij. Pierwotnie próbowano uodpornić je przez lakierowanie, pokrywanie ołowiem lub emaljowanie wnętrza, lecz wszystkie te sposoby okazały się mało wartościowemi, ze względu na to, że niszczyły się same środki chemiczne, jak również i ścianki pocisku, a wobec tego większych zapasów pocisków nie można było wyrabiać. Zdawałoby się, że najlepsze wyniki musiałaby dać emalja, jednak okazało się, że ta ostatnia posiada wyższy punkt topnienia od hartowanej stali, wobec czego została zaniechaną. *Francuzi natomiast wpadli na pomysł powlekania wnętrza pocisku szkłem,* W tym celu ogrzewano je do temperatury topnienia szkła, a wówczas roztopione szkło wdmuchiwało się do wnętrza pocisku. Następnie pocisk stopniowo ochładzano, a wobec różnych współczynników rozszerzalności szkła i żelaza, pocisk ściągał się i szczelnie przylegał do szkła. W ten sposób otrzymano pociski pokryte szkłem wewnątrz, które dały się przechowywać przez czas dłuższy.

Wspomniana powyżej mieszanina bromku benzylu i bromo-acetonu zwana *T-stoff*, może być wyczutą przez powonienie przy koncentracji w powietrzu 1 : 100.000.000, a koncentracja 1 : 1.000.000 stwarza atmosferę wprost nie do zniesienia. Chociaż wspomniane mieszaniny nie są trujące, jednak oddziały francuskie od nich ucierpiały w roku 1915 w Argonach. — Z obliczeń wypada, że 1 pocisk z lakrymatorem zmusza do nałożenia masek taką ilość ludzi, do jakiej trzeba byłoby zużyć 500—1000 takichże pocisków z fosgenem.

Jednak z chwilą zjawienia się *Bromocyjanku benzylu* C_6H_5CH Br CN, tak zwanego *Kamitu,* a potem *Chloroacetophenonu* $C_6H_5COCH_2$ Cl **środków wybitnie drażniących,** — produkcja wyżej wspomnianych chlorowco-pochodnych została prawie zaniechaną. Co do kamitu, to należy zaznaczyć, że pociski do niego winne być pokryte wewnątrz szkłem lub ołowiem. Środki te, t. j. kamit i chloroacetophenon posiadają prawie jednakową wartość napastliwo-

drażniącą. Jednak, jak widzimy z formułki chemicznej, w skład kamitu wchodzi CN, związek trujący, więc przy dłuższem działaniu na organizm żywy kamit może wywołać śmierć. Natomiast chloroacetophenon podczas zimy wywiera mniejszy skutek, gdyż przy niskiej temperaturze zamienia się w ciało krystaliczne.

Kamit (C_6H_5 CH Br CN) bromo-cyjanek benzylu, odkryty w roku 1881, a zbadany dopiero w r. 1914. Chemicznie *czysty kamit jest ciałem stałem, drobnokrystalicznem, o zabarwieniu kanarkowożółtem. Techniczny* produkt *jest cieczą* o zabarwieniu od ciemnożółtego do brunatno-bronzowego koloru i łatwiej reaguje z NaOH, aniżeli kamit chemicznie czysty. Kamit jest rozpuszczalny w alkoholu i zmydla się w alkoholowym ługu. Dwutlenek węgla, ani też tlen powietrza, na kamit nie działają, wobec czego może się on zachowywać na terenie, jako środek napastliwy od 2 do 4 tygodni.

Chcąc usunąć na terenie plamy po kamicie, należy osuszyć je, lub zalać czterochlorkiem węgla (CCl_4), a najlepiej zaś zastosować 18—20° rozczyn ługu sodowego w 50% spirytusie, 100,0 takiego rozczynu zobojętnia 30,0 kamitu.

Kamit w słabych koncentracjach ma zapach *przyjemny, przypominający owoce*, a przy wąchaniu go ma się wrażenie jakby osuszał śluzówkę nosa. Na oczy działa kamit tak silnie, że *wywołuje ślepotę* na czas dłuższy, a będąc zmieszany z chlorkiem etylidenu, środkiem rozpuszczającym łzy, nader silnie czepia się oczów i może wywołać chroniczne zapalenie i nieraz kompletną ślepotę. Koncentracja kamitu w atmosferze — 1 : 60.000.000 stwarza warunki nie do zniesienia. Należałoby przypuszczać, że aljanci używali taką mieszaninę w swych pociskach, Niemcy zaś tłumaczyli to zjawisko stosowaniem przez Francuzów promieni X.

Do dziś dnia jeszcze można spotkać w Niemczech i u nas w Poznańskiem inwalidów, chodzących prawie po omacku w ciemnych okularach — prawdopodobnie są to ofiary działania kamitu. Szczelne okulary chroniły dość dobrze od lakrymatorów, ale nie od kamitu i chloroacetophenonu. Później normalne respiratory (pochłaniacze) starano się o tyle ulepszyć, by chroniły od kamitu i chloroacetophenonu.

Do fabrykacji kamitu, jako materjał wyjściowy, używa się chlorek benzylu $C_6H_5CH_2C1$,, cyjanek sodu i brom.

Chlorek benzylu otrzymuje się przez chlorowanie toluolu przy 100° C. przy udziale katalizy świetlnej (reakcja fotochemiczna) ($C_6H_5CH_3 + Cl_2 = C_6H_5CH_2Cl + HCl$). Przy chlorowaniu grupy ho-

mologów benzolu, możemy otrzymać jedno-, dwu- i trójpodstawione chlorowco-pochodne w łańcuchu bocznym $C_6H_5CHCl_2$, $C_6H_5CCl_3$. Otrzymaną mieszaninę chlorku benzylu, chlorku benzylenu i chlorku benzylidenu poddaje się destylacji cząsteczkowej, celem otrzymania czystego chlorku benzylu. Z chlorku benzylu otrzymujemy cyjanek benzylu, przez działanie na takowy 50%-ym rozczynem spirytusowym cyjanku sodu $C_6H_5CH_2Cl + NaCN = C_6H_5 CH_2CN + NaCl$. Otrzymany cyjanek benzylu oddestylowuje się z parą wodną. Dalsza reakcja polega na bromowaniu cyjanku benzylu. Reakcja ta jest dość kapryśna i trudna, albowiem trzeba zatrzymać się na jednopodstawionym bromie, ponieważ związek 2 podstawiony dwubromocyjanek benzylu — $C_6H_5 CBr_2CN$ nie nadaje się jako środek bojowy. Sposób otrzymywania kamitu jest bardzo skomplikowany i kosztowny, wobec czego nawet złotodajna Ameryka poprzestała na wyrobie chloroacetophenonu, który miał zamienić kamit.

Chloroacetophenon. $C_6H_5COCH_2Cl$, jak nam wskazuje wzór strukturalnej budowy $\begin{matrix} C_6H_5 \\ Cl\,CH_2 \end{matrix}\!\!>\!CO$, jest to chlorowany keton. Chloroacetophenon *ciało stałe,* o kolosalnej napastliwości, gdyż nawet w słabej koncentracji (1 : 100.000.000) *wywołuje silny i gwałtowny ból oczu.* W bardzo dużem rozcieńczeniu *pachnie czeremchą.* Stosowano go w pociskach trotylowych silnie kruszących, a zarazem i subtelnie go rozpraszających. Chloroacetophenon, unosząc się w powietrzu w postaci nader subtelnego proszku, przenika przez pochłaniacze, wobec czego może być stosowany przez artylerję zenitową w obronie przeciwlotniczej.

Chloroacetophenon jest w wodzie nierozpuszczalny, rozpuszcza się w benzolu i eterze, czterochlorku krzemu i czterochlorku tytanu.

Rozcieńczony i ogrzany kwas siarkowy rozkłada go. Chloroacetophenon może być otrzymany z benzolu i chlorobezwodnika kwasu chlorooctowego w obecności katalizatora trójchlorku glinu (metodą Friedel i Kraffta) $C_6H_6 + CH_2ClCOCl$ + katal. $Al.\ Cl_3$. Reakcja odbywa się w ten sposób, że pierwotnie chlorobezwodnik kwasu chlorooctowego łączy się z katalizatorem:

1) $CH_2ClCOCl + AlCl_3 = CH_2ClCOCl.\ AlCl_3$, a następnie,

2) $CH_2ClCOCl\ AlCl_3 + C_6H_6 = HCl + C_6H_5COCH_2Cl\ AlCl_3$ daje połączenie, które przy działaniu wody rozpada się:

$$C_6H_5\ COCH_2\ Cl\ AlCl_3 = C_6H_5\ COCH_2Cl + AlCl_3.$$

Druga metoda, polega na chlorowaniu acetophenonu ($C_6H_5COCH_3$), reakcja przechodzi w 3 fazach:

1) otrzymywanie kwasu chlorooctowego przez chlorowanie kwasu octowego.

$$CH_3\ COOH + Cl_2 = CH_2\ Cl\ COOH + HCl$$

2) otrzymywanie bezwodnika kwasu chlorooctowego w obecności $(SCl)_2$, $2CH_2\ ClCOOH + S_2Cl_2 + Cl_2 = 2CH_2ClCOCl + SO_2 + H_2O + S + 2HCl$.

3) otrzymywanie samego chloroacetophenonu, jak zaznaczono w fazie 2-giej pierwszej metody.

Następnie sam acetophenon (metylofenyloketon) można otrzymać przez destylację mieszaniny kwasu octowego i benzoesowego nad ogrzanym do 350 — 260° tlenkiem toru, jako katalizatorem. Chloroacetophenon został wynaleziony dopiero pod koniec wojny, przeto w polu był mało stosowany. Jednak i te wykonane w niewielkim zakresie próby udowodniły, że jest on bardzo poważnym środkiem bojowym, który w przyszłej wojnie może odegrać znaczną rolę.

ZWIĄZKI ARSENOORGANICZNE, T. ZW. STERNITY.

W poszukiwaniu coraz to nowych środków broni chemicznej zwrócono uwagę na dawno znane własności trujące arsenu i jego pochodnych. Przeprowadzono szereg prób nad arsenowodorem (AsH_3), który jako związek lotny i samozapalny w stanie wolnym nie nadał się do zastosowania. Zaczęto w dalszym ciągu przeprowadzać doświadczenia nad związkami kakodylowemi i cyjanokakodylowemi. Wiemy z chemji organicznej, że czysty kakodyl może być otrzymany na drodze przejściowej z tlenku i chlorku kakodylu przez destylację mieszaniny tlenku arsenowego i octanu potasu.

1) $4CH_3COOK + As_2O_3 = \underbrace{[(CH_3)_2As]_2O}_{\text{tlenek kakodylu}} + 2K_2CO_3 + 2CO_2$

2) $\left.\begin{matrix}(CH_3)_2As\\(CH_3)_2As\end{matrix}\right\rangle O + 2HCl = 2\ \underbrace{(CH_3)_2AsCl}_{\text{chlorek kakodylu}} + H_2O$

3) $2\,(CH_3)\,As\,Cl + Zn = 2\left.\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\right\rangle As + ZnCl_2$

Kakodyl jest ciałem płynnem o przykrym zapachu, nierozpuszczalny w wodzie, a na powietrzu jest samozapalny. Wobec powyższych własności kakodyl nie znalazł zastosowania w broni chemicznej, również nie znalazł zastosowania i cyjanek kakodylu.

Co zaś do związków arsenu z chlorowcami, to najważniejszym okazał się trójchlorek arsenu ($As\,Cl_3$), albowiem pięciochlorek arsenu jest związkiem nietrwałym. Trójchlorek arsenu jest cieczą, możemy go otrzymać przez działanie stężonego HCl. na arszenik $As_2O_3 + 6HCl = 2AsCl_3 + 3H_2O$. Jako związek lotny $AsCl_3$ oddestylowuje się.

Na początku wojny, trójchlorek arsenu wchodził w skład mieszaniny, używanej przez Francuzów pod nazwą „*Wincentiny*", składającej się z trójchlorku arsenu ($AsCl_3$), kwasu pruskiego (HCN) czterochlorku cynowego ($SnCl_4$) i chloroformu ($CHCl_3$). Trójchlorek arsenu będzie nas interesował przy opisie otrzymywania luizytu.

Dalsze badania wykazały, że związki arsenoorganiczne t. zw. sternity, są bardzo cennym materjałem dla broni chemicznej. Pierwszym z tych związków była **dwufenylochloroarsina** $(C_6H_5)_2$ AsCl stosowana przez Niemców w pociskach, znaczonych przez nich krzyżem błękitnym.

Związki arsenoorganiczne t. zw. *sternity były stosowane* w pociskach *nie jako materjał trujący, lecz jako taki, który, przechodząc przez zwykłe pochłaniacze masek, wywołuje silny kaszel i kichanie,* i zmusza żołnierza do odruchowego zerwania maski. Ponieważ jednocześnie z pociskami sternitowemi były stosowane i serje pocisków z gazami trującemi i duszącemi, przeto widzimy, jak ważną rolę odegrały sternity podczas wojny chemicznej.

*

* *

Dwufenylochloroarsina jest ciałem stałem, krystalicznem, małolotnem, stosowanem do trotylowych pocisków kruszących, które przy wybuchu rozpraszały w powietrzu subtelny pyłek dwufenylochloroarsiny, roznoszony przez powiew wiatru. Oprócz dwufenylochloroarsiny były stosowane i inne sternity jak to: *Fenylodwuchloroarsina* $C_6H_5AsCl_2$. *Dwufenylocyanorsina* $(C_6H_5)_2AsCN$. — Dwuchloroethyloarsen $C_2H_5AsCl_2$. — *Dwubromoetyloarsen* $C_2H_5AsBr_2$.

i Dwufenyloaminochloroarsina (Adamsyt): $NH\langle{}^{C_6H_4}_{C_6H_4}\rangle As\,Cl$

Dwufenylochloroarsina $(C_6H_5)_2$ AsCl znana jest jeszcze z roku 1885, lecz zwrócono na nią uwagę dopiero podczas wojny światowej. Amerykanie znakowali pociski z dwufenylochloroarsiną literami D. A. Pierwotnie otrzymano ją, jako produkt działania $AsCl_3$

na dwufenylan rtęci. $(C_6H_5)_2Hg + AsCl_3 = (C_6H_5)_2AsCl + HgCl_2$ Dwufenylan rtęci powstaje przy działaniu na bromobenzol C_6H_5Br amalgamatem sodu, t. j. roztworu metalicznego sodu rtęci.

Podczas wojny spostrzeżono, że dwufenylochloroarsina może być otrzymaną przez działanie trójchlorku arsenu $AsCl_3$ na trójfenyloarsinę $(C_6H_5)_3$ As, według równania 1) $C_6H_5Cl + AsCl_3 + 3Na = (C_6H_5) As + 3 NaCl$, 2) $(C_6H_5)_3 . As + AsCl_3 + 3 (C_6H_5)_2 AsCl$. Zdawałoby się napozór, że reakcje te przebiegają dość łatwo, jednak żeby otrzymać dwufenylochloroarsinę technicznie i to w większej ilości, należy pokonać dużo trudności ze względu na znaczną komplikację procesów. Niemiecki system otrzymywania dwufenylochloroarsiny polegał na szeregu oddzielnych faz. Jako wyjściowy materjał brano anilinę, którą dwuazowano kwasem azotawym (HNO_2) w obecności HCl.

1) $C_6H_5NH_2 + ONOH + HCl = C_6H_5NNCl + 2 H_2O$

otrzymamy w ten sposób chlorek fenylodwuazowy traktowano arseninem sodowym $(Na_3 ASO_3)$.

2) $C_6H_5 N = NCl + Na_3 ASO_3 = C_6H_5 As \begin{cases} {=}O \\ -O\,Na \\ -O\,Na \end{cases}$

(fenyloarsen sodowy) $+ NaCl + N_2$

3) Otrzymany fenyloarsen sodowy był zadany HCl, celem otrzymania kwasu fenyloarsenowego.

$$C_6H_5 As O (ONa) 2 + 2 HCl = C_6H_5 As O (OH)_2 + 2 Na Cl$$

4) Działając $SO_2 + H_2O$ na kwas fenyloarsenowy otrzymano bezwodnik fenyloarsenowy $C_6H_5 As \begin{cases} -OH \\ -OH \\ {=}O \end{cases} + SO_2 + H_2O = C_6H_5 As$ $O + H_2SO_4$.

5) Działając NaOH na bezwodnik fenyloarsenowy, otrzymywano sól sodową fenyloarsenu.

$$C_6H_5 As O + 2 NaOH = C_6H_5 As \begin{cases} -ONa \\ -ONa \end{cases} + H_2O$$

6) Działając chlorkiem fenylodwuazowym na fenyloarsensód otrzymywano dwufenyloarsenian sodu.

$$C_6H_5 As \begin{cases} -ONa \\ -ONa \end{cases} + C_6H_5 - \begin{matrix} NCl \\ \| \\ N \end{matrix} = (C_6H_5)_2 As \begin{cases} -ONa \\ {=}O \end{cases} + Na Cl + N_2.$$

7) Działając HCl na dwufenyloarsenian sodu, otrzymuje się kwas dwufenyloarsenowy.

$$(C_6H_5)_2As \begin{smallmatrix} -ONa \\ \searrow O \end{smallmatrix} + HCl = (C_6H_5)_2As \begin{smallmatrix} -OH \\ \searrow O \end{smallmatrix} + NaCl.$$

8) Działając SO_2 i HCl na kwas dwufenyloarsenowy, otrzymujemy dwufenylochloroarsinę.

$$(C_6H_5)_2As \begin{smallmatrix} -OH \\ \searrow O \end{smallmatrix} + SO_2 + HCl = (C_6H_5)_2AsCl + H_2SO_4$$

Aljanci nieco zmodefikowali ten sposób, działając na otrzymany kwas fenyloarsenowy dwutlenkiem siarki w obecności kwasu solnego, przyczem otrzymywano:

$$4\,C_6H_5As \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ -OH \\ \searrow OH \end{smallmatrix} + 4\,SO_2 + 2\,HCl = 3\,C_6H_5\,AsO + C_6H_5\,AsCl_2 +$$
$$+ 4\,H_2SO4 + H_2O$$

a $3\,C_6H_5\,AsO + C_6H_5\,AsCl_2$ + temperatura około 270º $2(C_6H_5)_2AsCl +$
$+ As_2O_3$.

Dwuchloroetyloarsina. $C_2H_5AsCl_2$ otrzymuje się działaniem chlorku etylu C_2H_5Cl na sole kwasu arsenawego pod znacznem ciśnieniem, a przy działaniu HCl na otrzymane sole sodowe kwasu etyloarsenowego — powstaje kwas etylo - arsenawy.

1) $C_2H_5Cl + Na_3AsO_3 = C_2H_5AsO_3Na_2 + NaCl$
2) $C_2H_5AsO_3Na_2 + 2\,HCl = C_2H_5AsO_3H_2 + 2\,NaCl$

Działając następnie dwutlenkiem siarki SO_2 na wodny rozczyn kwasu etyloarsenowego, otrzymujemy:

3) $C_2H_5AsO_3Na_2 + SO_2 + H_2O = C_2H_5AsO_2H_2 + H_2SO_4$,

który tracąc wodę, daje: $2C_2H_5\,AsO_2H_2 = H_2O + C_2H_5AsO$ (tlenek etyloarsiny), a ostatni pod działaniem HCl daje dwuchloroetyloarsinę:

$$C_2H_5AsO + 2HCl = C_2H_5\,AsCl_2 + H_2O.$$

Dwufenylocyjanoarsina $(C_6H_5)_2$ AsCN otrzymuje się przez traktowanie dwufenylochloroarsyny rozczynem cyjanku potasu lub sodu $(C_6H_5)_2\,AsCl + NaCN = (C_6H_5)_2\,AsCN + NaCl$.

Czysty preparat przedstawia się w postaci krystalicznej, techniczny zaś — półciekłej *o zapachu czosnku i gorzkich migdałów.*

Dwufenylocyjanoarsina $(C_6H_5)_2$ AsCN punkt wrzenia przy 15 mm 198°, punkt topliwości 31,450, ciężar właściwy 1,45, w wodzie prawie się nie rozpuszcza w większych ilościach, po upływie 1—2 godzin nie daje się zauważyć produktów hydrolizy.

Natomiast dwufenylocyjanoarsina rozpuszcza się w organicznych rozpuszczalnikach.

Lotność dwufenylocyjanoarsiny jest bardzo nieznaczna i wobec tego w czasie wojny używano ją w pociskach silnie kruszących celem większego rozproszenia, w przeciwnym bowiem razie pole zatrucia byłoby nieznaczne.

Niemcy w celu wyzyskania większej napastliwości dwufenylocyjanoarsiny ładowali ją do pocisków wybuchowych, które przy wybuchu dawały wysoką t^0 z takim obliczeniem, by przy wybuchu dwufenylocyjanoarsina przechodziła w stan pary i będąc silnie rozproszoną na minimalne cząsteczki, po ochłodzeniu i zestaleniu się, mogła zatruwać znacznie większe przestrzenie. Należy zaznaczyć, że tak rozdrobniona i rozproszona dwufenylocyjanoarsina przenikała przez pochłaniacze, wobec czego zaczęto stosować przy zwykłych pochłaniaczach filtry mechaniczne w postaci filcu lub warstewek sukna. Dwufenylocyjanoarsina podrażnia w pierwszym rzędzie błony śluzowe nosa, następnie przechodzi na krtań, pojawiają się silne bóle głowy, ból zębów, ból w uszach, dziąsłach i jednocześnie następuje silne kichanie, które potęguje wszystkie podane wyżej dolegliwości.

Adamsyt czyli aminodwufenylochloroarsina $NH\left<\begin{matrix}C_6H_4\\C_6H_4\end{matrix}\right>As\,Cl.$

ciało stałe. Punkt topliwości 195^0 punkt wrzenia 410^0.

Adamsyt może być otrzymany przy działaniu na dwufenylaminę trójchlorkiem arsenu:

$$NH\left<\begin{matrix}C_6H_5\\C_6H_5\end{matrix}\right. + ASCl_3 = NH\left<\begin{matrix}C_6H_4\\C_6H_4\end{matrix}\right>ASCl + 2HCl$$

lub też według prostszego sposobu włoskiego, polegającego na działaniu trójtlenku arsenu na sól chlorowodorową dwufenyloaminy:

$$2\left.\begin{matrix}C_6H_5\\C_6H_5\end{matrix}\right>NH_2Cl + As_2O_3 = 2NH\left<\begin{matrix}C_6H_4\\C_6H_4\end{matrix}\right>AsCl + 3H_2O$$

Co do stopnia napastliwości, to z przytoczonych sternitów najważniejszemi są dwuchloroetyloarsina i adamsyt, czyli amidodwufenylochloroarsina. Domieszka dwufenylochloroarsiny w powietrzu przy rozcieńczeniu 1 : 10.000.000 sprawia *silne podrażnienie gardła, nosa i płuc*, a nawet przy wyższych koncentracjach (1 : 200.000 — 1 : 500.000) wywołuje *silne wymioty*. Przebywanie przez czas dłuż-

szy w atmosferze zatrutej temi sternitami wywołuje takie nieraz poważne zatrucia, jak i przy fosgenie. — Wymienione ostatnie 2 sternity są produktami małolotnemi, z tego powodu więc dla nich skonstruowano specjalne pociski, tak zwane 2-komorowe: w dolnej części tego pocisku umieszcza się materjał palny, zapalający się od kapsli, a w wierzchniej komorze ładuje się sternit, który pod wpływem wytwarzanego ciepła i oparów w dolnej komorze, unosi się w powietrze w subtelnem rozpyleniu. Sternity wydmuchują się z pocisków w ciągu 5—8 minut.

Pochłaniacze masek, jak również i węgiel aktywowany nie są zdolne zatrzymać subtelnie rozpylonego sternitu. Sternity przy osiadaniu na ziemi lub roślinach mogą być porywane i przenoszone przez wiatr i stają się dlatego niebezpieczne przez czas dłuższy.

(DWUCHLOROETYLENSULFINA) **Iperyt:** $\begin{matrix} ClCH_2—CH_2 \\ ClCH_2—CH_2 \end{matrix}\!\!>S$

Cięż. właściwy płynnego iperytu—1,269 przy 20^0 i 1,262 przy t^0 22^0
Ciężar właściwy zestalonego = 1,362.

Jako środek bojowy iperyt zajął pierwsze miejsce wśród broni chemicznej i został nazwany „królem gazów bojowych". Reakcja otrzymania iperytu przechodzi w 4-ch stadjach:

1) Otrzymanie etylenu z alkoholu etylowego przez odciągnięcie jednej cząsteczki wody zapomocą stężonego kwasu siarkowego $CH_3CH_2OH — H_2O = CH_2 = CH_2$.

2) Działaniem kwasu podchlorawego H Cl O na etylen otrzymujemy chlorhydrynę glikolu: $CH_2 = CH_2 + HClO = CH_2OH—CH_2Cl$.

3) Działając na chlorhydrynę glikolu siarczkiem sodu (Na_2S)

otrzymujemy tioglikol $\begin{matrix} CH_2OH — CH_2 \\ CH_2OH — CH_2 \end{matrix}\!\!>S$

$$\begin{matrix} CH_2OH — CH_2Cl \\ CH_2OH — CH_2Cl \end{matrix} + Na_2 S = 2 Na Cl + (CH_2OH — CH_2)_2S.$$

4) Chlorując tioglicol suchym chlorowodorem otrzymujemy iperyt:

$$\begin{matrix} CH_2OH — CH_2 \\ CH_3OH — CH_2 \end{matrix}\!\!>S + 2 H Cl = 2H_2O + \begin{matrix} CH_2Cl—CH_2 \\ CH_2Cl—CH_2 \end{matrix}\!\!>S$$

Najtrudniejszy przebieg ma reakcja 2, albowiem jest zależna od kwasu podchlorawego, produkcja którego nie jest łatwa, albowiem pro-

dukt ten jest bardzo nietrwały. Reakcja ta się udaje, gdy wprowadzamy kwas podchlorawy in statu nascendi do reakcji. Kwas podchlorawy można otrzymać przez chlorowanie wody utlenionej według równania:

$H_2O_2 + Cl_2 = 2HClO$, lecz przy nadmiarze wody utlenionej kwas podchlorawy może przejść w chlorowodór $H_2O_2 + HClO = H_2O + O_2 + HCl$.

Zwykły laboratoryjny sposób polega na tem, że na alkohol działamy kwasem siarkowym, otrzymujemy początkowo kwas etylosiarkowy, który przy podwyższonej temperaturze rozpada się na etylen i kwas siarkowy.

$C_2H_5OH + H_2SO_4 = C_2H_5OSO_2OH + H_2O$
a $C_2H_5OSO_2OH$ + temperat. $C_2H_4 + H_2SO_4$ lecz sposób ten jest nieekonomiczny.

Kilka lat przed wojną, na skalę fabryczną, stosowano metodę rosyjskiego profesora Ipatiewa, polegającą na tem, że wprowadzał on katalizator $Al_2O_3\ 2H_2O$ (boksyt) lub (kaolinę) $Al_2H_4Si_2O_9$.

Przy otrzymywaniu etylenu z alkoholu etylowego i w zależności od katalizatora otrzymał aldehyd octowy, a przez odszczepienie wody — eter lub etylen. Skomplikowana produkcja iperytu popchnęło chemików na drogę poszukiwań i dała pewne rezultaty. Aljanci wpadli na pomysł bezpośredniego chlorowania etylenu dwuchlorkiem siarki:

$$\begin{matrix} CH_2 = CH_2 + Cl \\ CH_2 = CH_2 + Cl \end{matrix} \Big> S = \begin{matrix} CH_2Cl - CH_2 \\ CH_2Cl - CH_2 \end{matrix} \Big> S.$$

Iperyt jest płynem oleistym, parującym w temperaturze zwykłej bardzo powoli. Przy zroszeniu ziemi, iperyt wsiąka w ziemię, wobec czego parowanie odbywa się jeszcze wolniej. W zależności od warunków terenu i położenia iperyt może trwać i być groźnym przez dłuższy przeciąg czasu. Iperyt w wodzie się nie rozpuszcza, natomiast łatwo się rozpuszcza w takich rozpuszczalnikach jak: chlorobenzol, eter, chloroform, spirytus, kwas octowy, nafta. Wszystkie te rozpuszczalniki mogą być używane dla łatwiejszego rozpylania iperytu przy ostrzeliwaniu widocznych zgrupowanych mas, widocznego celu, lub też szybkiego zatrucia dróg strategicznych. Iperyt pod wpływem H_2O częściowo hydrolizuje, dając tioglikol i chlorowodór.

$$(ClCH_2 - CH_2)_2 S + 2H_2O = (OHCH_2CH_2)_2 S + 2HCl$$

Nieznaczna hydroliza iperytu pod wpływem H_2O tłumaczy się tem, iż iperyt rozpuszcza się w wodzie bardzo słabo, a powstający chlorowodór tamuje dalszą hydrolizę. Niektóre roztwory siarki w olejach zwykłych i eterycznych przyspieszają nieco hydrolizę. Alkalja też sprzyjają hydrolizie; jeśli ogrzewać iperyt z wodnym rozczynem NaOH, to zhydrolizuje się wtedy około 95% iperytu. Znacznie szybsza reakcja zachodzi przy zastosowaniu rozczynu NaOH w 50% spirytusie, a jako rozpad iperytu otrzymamy winylosulfinę, sól kuchenną i alkohol.

$$\begin{matrix} ClCH_2 - CH_2 \\ ClCH_2 - CH_2 \end{matrix} \!\!>\! S + 2C_2H_5ONa = \begin{matrix} CH_2 = CH_2 \\ CH_2 = CH_2 \end{matrix} \!\!>\! S + 2C_2H_5OH + 2NaCl.$$

Zapomocą tej reakcji *możemy określić ilościowo iperyt* miareczkując azotanem srebra. Reakcja ta pozwala wykrywać obecność iperytu w koncentracji 1/1000%. Bardzo charakterystyczną reakcję daje iperyt z jodkiem potasu.

Przy tej reakcji otrzymujemy ciało stałe, zabarwione na żółto, jodek iperytu:

$$\begin{matrix} ClCH_2 - CH_2 \\ ClCH_2 - CH_2 \end{matrix} \!\!>\! S + 2KJ = \begin{matrix} JCH_2 - CH_2 \\ JCH_2 - CH_2 \end{matrix} \!\!>\! S + 2KCl.$$

Ponieważ iperyt reaguje z chlorkami niektórych metali, naprzykład z *chlorkiem platyny, z chlorkiem palladu, przeto bibułka zmoczona temi rozczynami w atmosferze iperytu czernieje.* Wymienione reakcje starano się zastosować w polu, lecz ujemną cechą ich jest to, że wszystkie te reakcje zachodzą bardzo powoli, więc polegać na nich byłoby bardzo ryzykownem.

Niemcy preparowali pewną mieszaninę w postaci żółtej farby, która pod działaniem iperytu czerniała w parę minut.

Farbą tą znakowano pociski iperytowe w postaci żółtego krzyża; o ile pocisk był nieszczelny i przepuszczał iperyt, zmiana koloru krzyża ostrzegała obsługę przed zatruciem się iperytem. Niemcy w celu stwierdzenia iperytu przy atakach artyleryjskich aljantów, ustawiali w polu deski pokryte tą farbą. Amerykanie twierdzą, że są w posiadaniu takiej emaljowej farby, która jest bardzo czułą na iperyt i już po paru minutach zmienia swój żółtawy kolor na ciemnoczerwony.

Charakterystycznym odczynnikiem na iperyt jest odcz. Grignarda, który daje możność wykrycia nawet śladów iperytu, jak naprzykład:

0,0001 „ na 1 litr powietrza, względnie
0,00025 „ na 1 litr wody

Skład odczynnika jest następujący:

Natri jodati	20	g.
Solut cupri sulf. 7,5%	40	kropli
Mucilag. gummi arab. 35%	2	g.
Aq. destillatae ad	200	g.

Odczynnik należy przygotować w następujący sposób. Do rozczynu natr. jodat. dodaje się 40 krop. sol. cupri sulfurici, a następnie mucil. gummi arab. i resztę wody, przy ciągłem mieszaniu. Mieszaninę odstawia się na 2—3 godziny (czasem tworzy się osad), poczem należy ją przesączyć i przechowywać w ciemnem naczyniu.

Specyficzność tej reakcji polega na tem, że odczynnik reaguje li tylko z iperytem, natomiast nie reaguje nawet z produktami hydrolizy iperytu, jak naprzykład z tioglikolem. Również nie wstępuje w reakcję z innemi gazami. $CuSO_4$ odgrywa rolę katalizatora, guma arabska dodaje się dla zagęszczenia nieco płynu, by osad przy reakcji — dwujododwuetylosulfina (w postaci koloidalnego zmętnienia) nie tak szybko opadł na dno.

Jako środki niszczące iperyt możemy wymienić: *chlor, dwuchlorek siarki* i inne chlorujące mieszaniny, najważniejszym z nich i *najtańszym* będzie *wapno chlorowane*, jak również sole kwasu podchlorawego.

Iperyt, jako posiadający grupę sulfinową, ulega utlenieniu przez działanie $KMnO_4$, H_2O_2 $KClO_4$, przyczem siarka z 2-wartościowej przechodzi w 4 i 6-wartościową, wobec tego możemy otrzymać tlenek iperytu lub sulfon.

$$\begin{matrix} ClCH_2 - CH_2 \\ ClCH_2 - CH_2 \end{matrix} \Big> S = O, \quad \text{tlenek iperytu}$$

$$\begin{matrix} ClCH_2 - CH_2 \\ ClCH_2 - CH_2 \end{matrix} \Big> S \Big< \begin{matrix} O \\ O \end{matrix} \quad \text{sulfon}$$

Udowodnionem jest, że tlenek iperytu jest nieszkodliwym, natomiast sulfon posiada własności zbliżone do iperytu.

Ze wszystkich środków używanych do niszczenia iperytu, najskuteczniejszym i najtańszym okazało się *wapno chlorowane*. Reakcja zachodzi dość szybko, tak że nawet gdy na świeżo rozlany iperyt podziałać suchym sproszkowanym wapnem, reakcja nastąpi tak energicznie, że może spowodować pojawienie się płomienia. O ile zaszła by potrzeba zniszczenia iperytu na ścianach, suficie schronów lub mieszkań — można zastosować braję wodną z wapna chlorowanego.

Iperyt może być zastosowany nietylko do uśmiercania przeciwnika, lecz też w celach strategicznych do zatruwania terenów na czas dłuższy.

Przy ostatniej ofensywie na Armaite w kwietniu 1918 r. Niemcy zużyli tak znaczną ilość pocisków iperytowych, że prawie całe miasto zostało zroszone iperytem. Nietylko załoga i ludność cywilna, ponosząc kolosalne straty, była zmuszona opuścić miasto, lecz sami Niemcy nie mogli wkroczyć do miasta w ciągu 2-ch przeszło tygodni.

Pod sam koniec wojny powstał projekt urządzenia *min iperytowych*, które miały być zakopywane w ziemię na ważnych drogach strategicznych lub przedpolach i w miarę potrzeby mogłyby być wysadzane zapomocą prądu elektrycznego. Możliwem jest rozpylanie iperytu z samolotów (t. zw. deszcz iperytowy), jak również szybkie rozpylanie na przedpolu przy pomocy rozpylaczy, umieszczonych na samochodach lub tankach. Ponieważ działanie iperytu może być spostrzeżone po upływie tylko pewnego czasu, to śmiało rzec możemy, że z chwilą pojawienia się pierwszego zatrucia, już mamy całe szeregi zatrute i trzeba być gotowym do masowego ratowania ludzi.

Pod koniec wojny światowej zwiększono zawartość iperytu w pociskach. Pociski takie dość subtelnie rozpylały zawarty w nich iperyt, który, gdy trafił do dróg oddechowych w postaci drobnych kropelek, wywoływać znacznie większe spustoszenie, niż iperyt wchłonięty w postaci pary.

Reasumując przytoczone wywody, możemy stwierdzić, że iperyt, jako środek małolotny, zatruwa tereny na czas dłuższy (w porównaniu z gazami lotnemi). Wobec czego dla wykonania ataku iperytowego użycie artylerji redukuje się do 1/10 w porównaniu do ataków gazami lotnemi.

Zkolei omówimy pokrótce *Lewizyt (Luizyt)*, należący do grupy gazów żrąco-parzących i trujących, zwany też „rosą śmierci". Lewizyt jest mieszaniną 4 produktów:

1) trójchlorku arsenu ($AsCl_3$), 2) monochlorowinylo-dwuchloro-

arsiny $CHCl = CHAsCl_2$), 3) dwuchlorodwuwinylochloroarsiny $(CHCl = CH)_2\ AsCl$ i 4) trójchlorotrójwinyloarsenu $(CHCl = CH)_3\ As$.

$$\left.\begin{array}{l} AsCl_3 \\ CHCl = CHAsCl_2 \\ (CHCl = CH)_2AsCl \\ (CHCl — CH)_3\ As \end{array}\right\} \text{Luizyt}$$

Zapach lewizitu *przypomina nieco zapach geranji.* Nazwa pochodzi od nazwiska ameryk. profesora Lewisa. Literatura o lewizycie jest dość skąpa, albowiem środek ten został wynaleziony pod koniec wojny i stosunkowo mało był w użyciu. Profesor Lewis użył, jako materjałów wyjściowych do otrzymania lewizytu: 1) acetylenu C_2H_2, 2) trójchlorku arsenu $AsCl_3$ i 3) trójchlorku glinu $AlCl_3$, jako katalizatora. Techniczne sposoby otrzymywania lewizytu na większą skalę, rzecz zrozumiała, są trzymane w tajemnicy. Laboratoryjny sposób polega na następujących 4 reakcjach:

1) $AsCl_3 + AlCl_3$ daje związek, w którym arsen przechodzi z 3-wartościowego w 5-wartościowy i daje połączenie:

$$AsCl_3 \begin{array}{l} \diagup\ AlCl_2 \\ \diagdown\ Cl. \end{array}$$

2) Jeśli na otrzymany związek podziałamy cząsteczką acetylenu otrzymamy

$$AsCl_3 \begin{array}{l} \diagup AlCl_2 \\ \diagdown Cl \end{array} + CH = CH \rightarrow As \begin{array}{l} AlCl_2 \\ Cl \\ Cl \\ Cl \\ CH — CHCl \end{array} = AlCl_3 + As \begin{array}{l} Cl \\ Cl \\ CH = CHCl \end{array}$$

= monochlorowinylochloroarsinę.

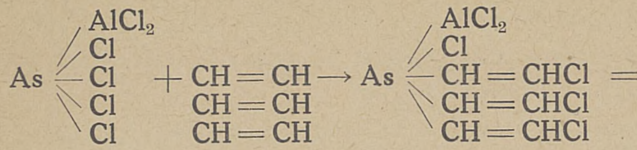
3) Jeśli wchodzą w reakcję 2 cząsteczki acetylenu,

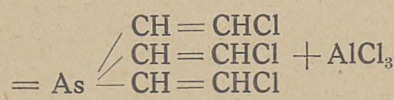
$$As \begin{array}{l} AlCl_2 \\ Cl \\ Cl \\ Cl \\ Cl \end{array} + \begin{array}{c} CH = CH \\ \\ CH = CH \end{array} \longrightarrow As \begin{array}{l} AlCl_2 \\ Cl \\ CH \\ CH \\ Cl \end{array} \begin{array}{l} \\ \\ = CHCl + AlCl_3 = \\ = CHCl \\ \\ \end{array}$$

$$= As \begin{array}{l} Cl \\ CH = CHCl \\ CH = CHCl \end{array}$$

otrzymujemy dwuchlorowinylochloroarsinę.

4) Jeśli wchodzą w reakcję 3 cząsteczki acetylenu,





otrzymujemy trójchlorowinylo-arsen.

Jak widzimy z przytoczonych wzorów, lewizyt jest mieszaniną 4 ciał, z których najważniejszym jest monochlorowinyloarsina — $CHCl = CHAsCl_2$, *jest to ciecz prawie bezbarwna*, która parzy, zatruwa organizm przez skórę.

Proces otrzymywania lewizytu jest bardzo złożony. Podczas frakcjonowania go należy zachować pewne ostrożności — doprowadza się temperaturę nie wyżej ponad 65^0 — 70^0, albowiem może nastąpić wybuch. Ponieważ lewizyt jest mieszaniną związków chlorowcopochodnych, przeto winien ulegać hydrolizie. Hydrolizuje najłatwiej $CHCl = CHAsCl_2$, trudniej $(CHCl = CH)_2 AsCl$ natomiast (CHCl — — $CH)_3$ As prawie zupełnie nie ulega hydrolizie.

Lewizyt po dłuższym czasie hydrolizuje pod wpływem wilgoci gruntu i powietrza.

Do tejże grupy gazów parząco - żrących należy chlorek nitrobenzylu $NO_2C_6H_4CH_2Cl$ **(Sedenit)** czyli chlorowany nitrotoluol. Chlorek nitrobenzylu jest to ciecz o zapachu gorzkich migdałów, bardzo mało lotna i prawie że chemicznie bierna. Wywołuje ona oparzenia bardzo bolesne, które następują prawie niezwłocznie. Skutki dalszego działania nie są jeszcze dokładnie zbadane. Przy silniejszych zatruciach sedenit wywoływał kaszel, dusznicę, ból głowy — objawy bardzo zbliżone do zatrucia nitrobenzolem. Na wymienionych środkach nie jest jeszcze wyczerpany cały arsenał broni chemicznej. Co przyniesie przyszłość i usilne prace chemików i fizjologów, zwrócone w tym kierunku — dziś trudno przewidzieć, okaże to przyszła wojna aerochemiczna, a może i aerobakterjologiczna. Trudno bowiem przypuszczać, by jakikolwiek naród ograniczył się w tych środkach, któremi może zwyciężyć i któremi jest w stanie rozporządzać.

DYMY BOJOWE.

Dymy bojowe dzielą się na 3-kategorje, zależnie od celu ich zastosowania: 1) dymy zasłaniające, 2) dymy trujące czyli napastujące, 3 dymy barwne sygnalizacyjne.

Dymy, czy też obłok, jest to zawiesina drobnych pyłków substancyj stałych lub kropelek w powietrzu. O ile w powietrzu mamy zawieszone cząsteczki stałe — nazywamy to kurzem czyli dymem, o ile zaś w powietrzu są zawieszone drobniutkie kropelki rozpylonej cieczy— nazywamy je obłokiem czyli mgłą. Zawiesinki te są tak małe, że mogą być widoczne tylko przy naświetlaniu ukośnem, gdyż ich średnica = 10^{-5} cm. Przy pomocy zaś ultramikroskopu można obserwować ciałka o średnicy 10^{-8} cm., zatem leżące prawie na granicy wielkości molekuł...

Każda z takich zawiesin jest cięższą od powietrza, przeto w myśl prawa Archimedesa, musiałaby upaść na ziemię, jednak przy bliższem rozważaniu zasad mechaniki o spadaniu ciał, spostrzegamy tu specyficzne prawo.

Z fizyki wiemy, że w próżni wszystkie ciała niezależnie od ich kształtu, spadają z jednakową szybkością przyśpieszenia ziemskiego. Jednak zupełnie inaczej przedstawia się spadek ciał w środowisku takiem, gdzie wytwarza się opór, zależny od siły tarcia — w tym wypadku szybkość spadania ciał zależna jest od ich średnicy.

A gdy siła przyciągania ziemskiego równa się oporowi, wtedy następuje równowaga i spadek cząsteczki staje się jednostajnym.

W przeciwnym zaś razie, t. j. gdy opór czyli siła tarcia, będzie większa od siły ziemskiego przyciągania — zawiesinka utrzymałaby się stale w powietrzu, lecz takie zjawisko prawie, że się nie zauważa.

Z obliczeń szybkości spadku cząsteczek zawisłych w powietrzu, jako też ich średnicy (podług wzoru Stoksa) wynika, że kropelka wody o średnicy 10^{-5} cm. ma maksymalną szybkość spadku, 0,00003 cm/sek. czyli na godzinę opada o 1,08 metr. Uwzględniając jednakże działanie wstępujących prądów powietrza, należy takie kropelki uważać za zawieszone w atmosferze.

Zwyrodnienie czyli oświetlenie chmury lub obłoku jest zależne od kilku przyczyn, a mianowicie: 1) od ruchu powietrza, wiatru i prądów wstępujących, 2) od łączenia się zawiesinek z powodu chaotycznego ruchu tychże, (większe zawiesinki formują się kosztem parowania małych, a wtedy szybkość spadania takowych będzie in-

na), 3) od chemicznej własności chmury i stopnia wilgotności powietrza.

Co się tyczy własności chemicznych, to jak zaznaczyliśmy wyżej, dymy białe zasłaniają lepiej, niż czarne, a to wskutek tego, że te ostatnie składają się z drobnych zawiesin, które działają jako ekran, będąc na drodze promieni idących od oka w kierunku celu. Cząsteczki te, pochłaniając promienie świetlne, wpływają na zmianę temperatury w chmurze, co wywołuje wzmożony ruch powietrza, a tem samem i prześwietlenie się chmury.

Natomiast promienie słoneczne, odbijając się od każdej zawiesinki białego dymu, wytwarzają rozproszone światło, a na skutek zaś dyfrakcji promieni świetlnych, punkty świecące wydają się nam zawsze jako znacznie większe, co wpływa głównie na zasłanianie większej przestrzeni.

Co się tyczy chemicznej własności, to jak zaznaczyłem powyżej, dymy te z punktu widzenia fizyko-chemicznego są zawiesinami w atmosferze, a sposoby wytwarzania ich są zależne od natury chemicznej danego ciała wytwarzającego.

Ciała, reagujące z wilgocią powietrza przy parowaniu — wytwarzają drobne kropelki lub też zawiesinki stałe.

Do takich ciał należą:

Chlorek arsenawy — $AsCl_3$.
Chlorek antymonowy $Sb\ Cl_3$.
Czterochlorek cynowy $SnCl_4$.
Czterochlorek krzemowy $SiCl_4$.
Czterochlorek tytanowy — $TiCl_4$.
Chlorek pyrosulfurylu $S_2O_5\ Cl_2$ i inne.

Para tych 5-ciu pierwszych ciał, stykając się z wilgocią powietrza, reaguje, dając przeważnie wodorotlenki w postaci białych proszków, a wytwarzający się przytem chlorowodór z wilgocią powietrza tworzy drobniutkie kropelki kwasu solnego, potęgując zamglenie.

Powstanie mgły z chlorku pyrosulfurylu (chlorobezwodnik kwasu siarkowego) wyjaśniamy sobie według następującej reakcji: $S_2O_5Cl_2 + 3\ H_2O = 2HCl + 2H_2SO_4$. Powstająca mieszanina kwasu solnego i siarkowego potęguje większy stopień zamglenia i działa na drogi oddechowe.

W dalszym ciągu możemy przytoczyć reakcję, zachodzącą między ciałami gazowemi, które w następstwie dają ciało stałe, np. HCl +

$NH_3 = NH_4Cl$. Sposób ten jest stosowany w marynarce dla przysłaniania odwrotu.

Niemcy podczas swej ucieczki pod Skagierakiem zastosowali trójtlenek siarki SO_3, który po wylaniu do morza wytworzył tak gęstą mgłę, że flota angielska nie była w możności ścigania okrętów niemieckich.

Dość często do wytwarzania dymów używa się t. zw. świec, składających się z mieszaniny naftaliny ($C_{10}H^8$), soli Bertholeta ($KClO_3$) i salmjaku (NH_4Cl), przy spaleniu której powstaje mieszanina najrozmaitszych produktów, a zależnie od ilości wziętej naftaliny otrzymuje się dym koloru szaro-popielatego do czarnego włącznie.

Do wytwarzania dymu stosowany był również fosfor, który przy spalaniu, jak wiadomo, daje pięciotlenek - fosforu (P_2O_5), a ten ostatni z parą wodną tworzy kwasy fosforowe. Fosfor jest dogodniejszy dla wytwarzania dymu, bo jest samozapalny (1 kg. fosforu pochłania 1.33 kg tlenu i 0,9 kg wody i wytwarza zasłonę o powierzchni 10.000 stóp kwadratowych.

Podczas wojny światowej technika rozwoju mieszanin dymotwórczych zrobiła ogromne postępy.

Najnowsze typy pocisków dymotwórczych polegają na ogrzewaniu i sublimacji substancyj chemicznych, wytwarzających w ten sposób dym. Do tego celu nadają się Adamsyt, czyli aminodwufenylochloroarsina $NH\langle{}^{C_6H_4}_{C_6H_4}\rangle AsCl$ i dwufenylochloroarsina $(C_6H_5)_2AsCl$, należące do grupy tak zwanych sternitów trujących.

ŚRODKI ZAPALAJĄCE.

Ponieważ w zakres broni chemicznej wchodzą i materjały zapalające, dość szeroko stosowane podczas wojny, przeto chociaż pobieżnie należy je omówić. Żeby wyjaśnić procesy zapalania, musimy odróżnić 3 ważne momenty, a mianowicie: 1) zapalenie się samego materjału podpalającego, 2) spalanie się materjalne, 3) zapalenie się podpalanych objektów.

Przypadek pierwszy jest bodaj najważniejszym, bowiem jest to pierwsze źródło wywiązania się energji przy spalaniu się materjału podpalającego, chodzi tu o całkowite wyzyskanie reakcji równomiernego spalania się, t. j. wyzyskanie największej ilości ciepła.

Ponieważ nie cała ilość ciepła przy zapalaniu materjałów wyzy-

skuje się na zapalanie objektu, a pewna jego część ginie na ogrzanie otaczającego powietrza i tem więcej się traci ciepła, im powolniej zachodzi spalanie się, przeto należy dążyć, by reakcja zapalenia nastąpiła energicznie. Dla wywołania takiej reakcji nie wystarcza tlenu z powietrza, albowiem tu zachodzi tylko reakcja powierzchniowa, więc należy wprowadzić do substancji specjalne źródło tlenu, dodając materjały bogate w tlen.

Materjał zapalający podczas wojny ładowano do bomb lotniczych, granatów ręcznych, pocisków armatnich, min Stokesa i Liwensa, jak również do tak zwanych strzał. Do zapalania substancji w pociskach zastosowano zapalniki automatyczne, uderzeniowe, dystansowe z działaniem opóźnionem, lub regulowanem na czas potrzebny i ściśle określony. Musimy posiadać dobry zapalnik, który zapali nam właściwą masę, która przy spalaniu winna dać temperaturę (od 900^0 — 2000^0) by mogła spowodować zapalenie danego objektu. Z własności fizyko - chemicznych fosforu wiemy, że fosfor jest samozapalny. Przy swym spalaniu wydziela sporą ilość ciepła, około 2.600 kaloryj, na 1 gram P_2O_5. Przy procesie spalania się fosforu, wiemy, że fosfor wchodząc w reakcję z tlenem powietrza, ogrzewa równocześnie i azot, który, pochłaniając znaczną ilość ciepła, nie bierze udziału w reakcji, a tylko obniża temperaturę spalania się fosforu, zdolną do zapalenia tylko materjału bardzo łatwopalnego. Wobec powyższego zaczęto poszukiwać innych materjałów zapalających i zatrzymano się na tak zwanych termitach, czyli mieszaninach niektórych materjałów bogatych w tlen. Do takich termitów zaliczamy tak zwaną mieszaninę Goldszmidta o składzie: $3Fe_3O_4 + 8Al = 4Al_2O_3 + 9Fe$, która daje 790 kaloryj na 1 gr. produktu.

Mieszanina Goldszmidta, jak widzimy, posiada spory zapas tlenu, nie czerpie go przeto z powietrza i wobec tego daje temperaturę około 3000^0 C.

Dla równomiernej reakcji spalania się termitów, takowe granulują się, a następnie uodpornia się je od kruszenia przez pokrycie granulek K_2SiO_4, lub zwykłym kolodjum.

Podczas wojny światowej, prawie że w każdem państwie używano najrozmaitszego materjału zapalającego, naprzykład:

Zapalające niemieckie bomby lotnicze zawierały mieszaninę $KCLO_3$ + parafinę lub urotropinę i nadtlenek sodu.

Angielskie — $NaNO_3$ + S + żywica + Sb_2S_3 + łój + terpentyna + proch czarny + Al.

Francuskie — terpentynę — proch bezdymny, lub pakuły namo-

czone w roztworze $KClO_3$; po wysuszeniu zalewano mieszaninę parafiną.

Amerykańskie — w swym składzie zawierały specjalny tak zwany „Soidoiel", czyli produkt nafty zgęszczonej zapomocą dodania mydła (soli kwasu stearynowego), — taka mieszanina z termitami dawała dość wysoki płomień, sięgający 15 stóp.

Do przyrządów zapalających możemy zaliczyć tak zwane „maszyny piekielne" najrozmaitszych konstrukcyj, a mianowicie: rurka szklana z zatopionym w niej stężonym kwasem siarkowym jest zanurzona do masy palnej, umieszczonej w zbiorniku, a zapomocą mechanizmu zegarowego, nastawionego na żądany czas, — skrusza się naczyńko z kwasem siarkowym, który, gdy trafi na masę palną, wywołuje jej zapalenie. Egzystują znacznie prostsze maszyny piekielne, bez mechanizmu zegarowego, polegające na działaniu stężonego kwasu siarkowego na substancję wybuchową.

Jako środek zapalający na wodzie i w środowisku wilgotnem stosuje się sód metaliczny.

O ładunkach i kształtach min, granatów i pocisków zapalających nie będziemy tu wspominali, ponieważ należy to do dziedziny techniki bojowej, a wspomnimy tylko o tak zwanych strzałach angielskich i niemieckich „niebieskich ołówkach" zapalających.

Strzały stosowane przez Anglików podczas wojny światowej posiadały formę cylindryczną o wadze około 6,5 uncyj angielskich; wyrzucano je z aeroplanów po 100 i więcej sztuk, tak że nieraz całe tereny były zarzucone temi zapalającemi pociskami. Do przebijania dachów w celu podpalenia budynków używano innego typu strzał, były one nieco większe, ładowano je mieszaniną termitów ze wspomnianym już poprzednio soidoielem, głowica zaś była wykonana z lanego żelaza.

Tak zwany niemiecki „niebieski ołówek" na pierwszy rzut oka niczem się nie różni od kredkowego (niebieskiego) ołówka, oprawionego w drzewo, jest tylko nieco cieńszy. Długość 175 mm, średnica 11 milim., waga od 12—13,0.

Wewnątrz ołówka znajduje się ampułka ze stężonym kwasem siarkowym i naczyńko z solą Bertholeta. W celu wywołania zapalenia należy usunąć zewnętrzną powłokę ołowianą, zabezpieczającą i maskującą koniec ampułki, i ułamać koniec takowej. Wypływający kwas siarkowy, celem opóźnienia reakcji przechodzi przez porowaty koreczek z gliny, trafia na sól Bertholeta i wywołuje zapalenie się masy.

Reakcja następuje po 20—25 minutach, więc daje możność niepostrzeżenie oddalić się podpalaczowi od miejsca wzniecenia pożaru.

OBRONA PRZECIWGAZOWA.

Zkolei przystąpimy do omówienia w krótkich słowach obrony przeciwgazowej.

Przy omawianiu obrony przeciwgazowej wyłania się pytanie: czy jesteśmy w stanie odkazić zatrutą atmosferę środkami chemicznemi? Teoretycznie — tak, praktycznie jednak — nie, ponieważ potrzebną ilość odpowiednich środków żadna z formacji nie mogłaby posiadać i wozić ze sobą; również niemożliwem byłoby zaopatrzyć w całe laboratorja ludności cywilnej. Przeto wyłania się inne pytanie — czy jesteśmy w stanie unieszkodliwić tę nieznaczną ilość powietrza, która niezbędną jest dla podtrzymania życia jednostki? Na to pytanie możemy odpowiedzieć zupełnie twierdząco. W dalszym omówieniu postaramy się pobieżnie opisać wszystkie sposoby obrony przeciwgazowej.

Obronę przeciwgazową dzielimy na obronę indywidualną i obronę zbiorową. Ze względu na sprzęt zastosowany przy obronie indywidualnej, dzielimy ją na obronę lekką, czyli filtracyjną i na obronę ciężką, czyli izolacyjną.

Obrona lekka, czyli filtracyjna polega na tem, że dany osobnik posiada aparat filtracyjny, który pozwala mu oddychać powietrzem oczyszczonym chemicznie w pochłaniaczu aparatu przeciwgazowego (maski) od domieszek gazowych.

Obrona zaś ciężka, czyli izolacyjna, polega na kompletnem izolowaniu danego osobnika od zatrutej atmosfery i oddychaniu tlenem dostarczonym przez aparat tlenowy.

Zbiorowa zaś obrona polega na budowie specjalnych schronów przeciwgazowych, gdzie doprowadza się powietrze przez specjalnie urządzone filtry, lub też z butli napełnionych sprężonym powietrzem, lub tlenem pod wysokim ciśnieniem. Żródłem tlenu może służyć również preparat znany pod nazwą oxylitu, czyli nadtlenku sodu lub potasu.

Metodę filtracyjną, polegającą na oczyszczeniu powietrza przed dostaniem się do dróg oddechowych, osiąga się na drodze fizycznej (absorbcja), lub chemicznej (neutralizacja).

Aparaty takie muszą odpowiadać zasadniczym 2 warunkom: 1) powinny momentalnie neutralizować lub też absorbować gaz bojowy, 2) powinny zawierać taką ilość substancyj absorbujących, lub neutralizujących, aby aparat był czynny na czas dłuższy.

Przy sporządzaniu aparatów filtracyjnych należy brać pod uwagę okres wdechu człowieka. Oddech ten trwa mniej więcej od 1 — 2 sekund, więc w tym już czasie wdychane powietrze musi być oczysz-

czone, czy to drogą chemiczną, czy to fizyczną. Osiągnąć to można zwiększając powierzchnię zetknięcia się zatrutego powietrza z materjałem oczyszczającym.

Pierwsze maski ochronne, które ukazały się w 5 — 6 dniu po ataku falowym na froncie francuskim, były to woreczki uszyte z kilkunastu warstw gęstej gazy przesyconej rozczynem wodno - glicerynowym tiosiarczanu sodowego ($Na_2S_2O_3$). Woreczek ten przymocowany tasiemką zakrywał usta i nos, — na oczy nakładano szczelnie przylegające okulary.

Z biegiem czasu i w miarę rozwoju zastosowywania coraz to nowych gazów bojowych, zmodyfikowano i ulepszono maski gazowe. Ponieważ znane były własności absorbcyjne materjałów wełnianych, przeto pierwotnie proponowany był projekt, aby żołnierze oddychali przez rurkę gumową, koniec której miał się znajdować pod wełnianym ubraniem. Pomysł ten jednak okazał się niepraktycznym. Anglicy proponowali zastosowanie worka z tkaniny wełnianej, nasyconej tiosiarczanem. Żołnierz miał nakładać go na głowę w razie ataku gazowego, końce zaś worka dla uszczelnienia byłyby podkładane pod kołnierz bluzy. Worek ten posiadał wprawione specjalne okulary. Projekt ten jednak został odrzucony przez armję francuską, ze względu na to, że pozostawało zbyt wiele tak zwanej *przestrzeni szkodliwej*, t. j. wolnego miejsca między workiem a głową, gdzie gromadził się wydychany dwutlenek węgla. Pomimo dostosowania wentyla wydechowego, maska ta po krótkim czasie została wycofaną.

Nie mamy możności omówienia tutaj szczegółowego i kolejnego rozwoju masek w każdem z państw wojujących, albowiem zajęłoby zbyt dużo miejsca, przeto omówimy pobieżnie niektóre ważniejsze typy masek.

MASKI FRANCUSKIE.

We Francji pierwsze maski były szyte z kilku warstw gazy przesyconej mieszaniną oleju rycynowego, sody i gliceryny. Następna maska tak zwana T składała się z 3-wartw zszytej gazy: I-a warstwa z 16 podkładek gazowych, nasyconych sodą, ol. rycynowym i gliceryną, II-a warstwa z 8 podkładek, nasyconych solami niklu, do zobojętniania związków cyjanowych, III-cia warstwa z 13 podkładek nasyconych (sulfanilatem sodowym) $C_6H_4(NH_2)\ S\ O_3Na$, do zobojętnienia fosgenu. W następnych maskach T N — sulfanilat sodowy był zamieniony — (urotropiną). Maska ta chroniła nieźle od chloru, fosgenu, chloromrówczanu trójchloromethylu.

Okazało się, że stosowane dodatkowo okulary dla ochrony oczu (ze szkła zwykłego) były niepraktyczne, albowiem wskutek różnicy temperatur, szybki potniały. Przeto próbowano kolejno zamieniać je miką (celuloid), acetocelulozą (octan błonnika) i celofanem.

Następna maska „T N H" różni się tylko tem, że okulary już są przyszyte do maski właściwej, t. j. do woreczka. Jako dalszy rozwój będzie maska M_2, która posiada inny układ taśm i specjalny deszczochron.



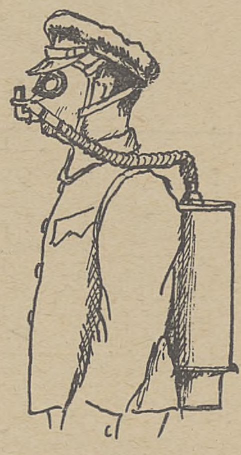
Rys. 6.

Maska M_2 chroni w ciągu 3 godzin nawet przy najsilniejszym ostrzeliwaniu pociskami gazowemi w miejscowościach zalesionych i terenach mało przewiewnych.

A p a r a t T i s s o t a. Jest to bardzo ważny aparat, gdyż na nim dopiero opierają się dalsze konstrukcje racjonalnych masek. Aparat składa się z 3-ch części: 1) maski właściwej, ochraniającej twarz, 2) pochłaniacza, 3) rury łączącej pochłaniacz z maską właściwą. Właściwa maska była wyrabiana z gumy, później z tkaniny nagumowanej, posiada 2 szybki okularowe i właściwy układ taśm dla utrzymania maski na twarzy.

Wewnątrz maski, u dołu pod szybkami okularowemi, znajdują się ujścia kanałów wdechowych, jest to ogromnie ważne dla celów wyrównania temperatury, albowiem zapobiega poceniu się szybek. Oprócz

tego w masce znajduje się przy ustach fajkowaty wentyl wydechowy, zakończony gumowym wentylem bunzenowskim. Aby zapobiec bezpośredniemu dotykaniu maski ustami, umocowane są do rurki wentyla wydechowego dwa ramiączka metalowe pokryte gumą. Ramiączka te opierają się, jedno nad górną wargą, drugie pod dolną. W maskach z tkaniny gumowej — druciki te są zbyteczne. Maska właściwa łączy się rurką gumową z pochłaniaczem noszonym na plecach. Pochłaniacz jest to duża puszka blaszana, zawierająca materjał chłonny; posiada 2 otwory: górny zaopatrzony gwintem do wkręcania rury łącznikowej i dolny dla dopływu powietrza z zewnątrz. Do dolnego otworu pochła-



Rys. 7.

niacza może być wkręcona druga puszka (filtracyjna o nieco mniejszych rozmiarach) z węglem aktywowanym. W pochłaniaczu znajdują się 2 warstwy: dolna składa się z opiłek żelaznych w ilości 500 g. i 200 g granulowanej sody żrącej (NaOH). Warstwa górna składa się z 520 g impregnowanej woliny, przesyconej olejem rycynowym około 38%, mydła 35%, NaOH — 0,6%, wody 2% i woliny drzewnej 22%.

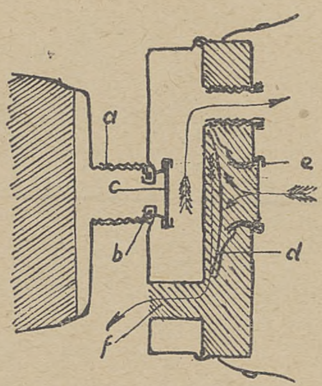
Z przytoczonego opisu aparatu Tissota widać, jak zasadniczo różni się on od masek poprzedniej konstrukcji.

Najważniejszą cechą tego aparatu jest to, że aparat posiada podwójne drogi oddechowe, co posłużyło do budowy nowszych, udoskonalonych masek.

Proces oddychania odbywa się w tych aparatach bardzo łatwo

i prosto. Przy wdychaniu — zatrute powietrze wchodzi do pochłaniacza przez dolny otwór, przechodzi przez pochłaniacz, unosi okrągły wentyl metalowy przy ujściu do rury gumowej, idzie przez rurę gumową, trafia do rozgałęzienia pod okularami, ochładza szybki okularowe i dopiero wtedy dostaje się do płuc.

Wydychane zaś powietrze trafia do fajkowatego wentyla, unosi do góry krążek metalowy i przez wentyl bunzenowski odpływa na zewnątrz. Tissot sporządził aparat 2-ch wielkości, duży opisany wyżej i mały takiej samej konstrukcji ze znacznie mniejszym pochłaniaczem,



Maska przeciwgazowa francuska wzoru A.R.S.
(przekrój komory zaworowej).

a – Nagwintowanie
b – Gumowy pierścień uszczelniający.
c – Zawór wdechowy
d – Zawór wydechowy
e – Ochraniacz zaworu wydechowego
f – Otwór wydechowy.

Rys. 8.

zawierającym węgiel aktywowany, zmieszany z ziarenkami wodorotlenki sodu (NaOH).

Aparat Tissota, pomimo pomysłowej konstrukcji, musiał ulec zmianie, gdyż rozwój broni chemicznej wymagał więcej uniwersalnego aparatu.

Coraz to nowe środki bojowe i jak najrozmaitsze mieszaniny, używane do walki chemicznej, wyłoniły bardzo poważne i niełatwe dla chemika zagadnienie skonstruowania uniwersalnego aparatu ochraniającego. Na każdy prawie gaz bojowy, jako na związek chemiczny, możnaby było znaleźć taki lub inny środek przeciwdziałający. Wprowadzanie do pochłaniaczy całego szeregu odczynników na wszystkie

znane gazy, ze względów na zbytnie powiększenie samego pochłaniacza, okazałoby się niepraktyczne. Zadanie to zostało rozwiązane dość udatnie przez chemików angielskich i francuskich, a mianowicie pierwsi zaproponowali niszczyć gazy bojowe przez utlenianie, a drudzy — drogą absorbji.

Połączenie tych dwóch kombinacyj dało możność skonstruowania pochłaniacza o własnościach utleniających i absorbcyjnych.

Wzorując się na aparacie Tissota, skonstruowano maskę z podwójną drogą oddechową, z ochładzaniem szybek i z pewną modyfika-



Rys. 9.

cją wentyli. Maskę tą Francuzi nazywali „Appareil respiratoir special" ARS. Typ tej maski przyjęty jest w armji polskiej.

Maska ARS składa się z 2-ch części: z maski właściwej z umocowaną u dołu komorą wdechową i wydechową z wentylami oraz z pochłaniacza. Maska ta jest uszyta z podwójnej tkaniny, zewnętrznej nagumowanej od środka i wewnętrznej impregnowanej. Szybki okularów są wykonane z acetocelulozy, nie potnieją, są dobrze osadzone w oprawie z glinu.

Pochłaniacz zawiera wierzchnią i dolną warstwę, sporządzoną z waty nasyconej roztworem urotropiny, środkowa zaś zawiera węglan i dwuwęglan sodu Na_2CO_3 i $NaHCO_3$ oraz węgiel aktywowany, zmieszany z ziarenkami NaOH i ZnO. Pochłaniacz maski ARS chroni skutecznie przy silnej koncentracji gazu od 45 do 50 minut, w słab-

szej — 3 godziny, przy ostrzeliwaniu pociskami artyleryjskiemi, przy słabym wietrze — 15 godzin.

Maskę ARS umocowuje się na głowie specjalnym układem taśm, nosi się ją w puszce blaszanej zawieszoną przez lewe ramię na prawym boku. Maska ARS jest prawie uniwersalną, ale choć pochłania wszystkie gazy, to niestety, przepuszcza ciała stałe (subtelnie sproszkowane, należące do grupy gazów drażniących — sternitów), ciała te jednak częściowo można usuwać przez umieszczenie bliżej do podstawy pochłaniacza maski warstewki filcu, który umożliwia mechaniczne zatrzymanie zawiesinek. Wymieniony powyżej pochłaniacz nie zatrzymuje jednak czadu — gazu silnie trującego. W tym celu Francuzi dla oddziałów minerskich i saperskich skonstruowali specjalny aparat tak zwany „Aparat francuski Degres'a D. Z." — przypominający mały aparat Tissota, nieco odmiennej konstrukcji; czas jego działania w silnej koncentracji czadu wynosi około 1 godziny. Aparat ten różni się od aparatu Tissota tem, że posiada jedną drogę oddechową, specjalny ustnik dregerowski oraz zaciskacz nosa. Nosi się go z przodu na piersiach, zawieszony na szyi. Pochłaniacz posiada u góry dwa otwory, z których jeden służy do przykręcania gumowej rury, łączącej pochłaniacz z maską, a drugi — do dostępu zatrutego powietrza, które, przechodząc przez pochłaniacz przegrodzony ścianką (prawie do dna), wykonuje drogę w kształcie litery U.

Zawartość pochłaniacza jest trzymana w tajemnicy, lecz należy przypuszczać, że zawiera MnO_2, SeO_2, I_2O_5, które działają utleniająco na CO, przekształcając go w CO_2, pochłaniane zkolei przez znajdujące się w pochłaniaczu wapno sodowane, które się składa z wapna gaszonego 45%, cementu 14%, ziemi okrzemkowej 6%, wodorotlenku sodu 1% i wody około 33%.

MASKI NIEMIECKIE I AUSTRJACKIE.

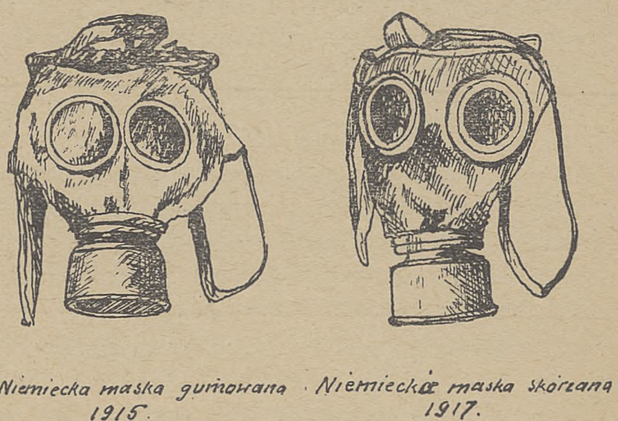
O ile państwa koalicyjne posiadały pierwsze „antigaz.", t. j. maskę w kształcie woreczka, umocowaną tasiemkami do twarzy, to Niemcy i Austrjacy posiadali podobny woreczek, bez tasiemek, przytrzymywany ręką, co utrudniało żołnierzowi spełnianie swych właściwych zadań; przytem uszczelnienie pozostawiało wiele do życzenia.

Wobec tego, że maski te były niedokładne, źle uszczelnione i krótkotrwałe w działaniu, Niemcy postanowili zbudować taką maskę, którąby odpowiadała następującym warunkom: zobojętniała wszystkie gazy, posiadała doskonałe uszczelnienie, jak najszybciej mogła być nakładaną. W tym celu powinna być prostą, nieskomplikowaną,

winna być lekką i trwałą, a przytem nie męczącą przy dłuższem noszeniu. Prace w tym kierunku dały pewne dodatnie rezultaty.

Pierwszy typ, właściwej maski — dała Austrja.

Była to maska zrobiona z nieprzepuszczalnego płótna balonowego z uszczelnieniem ponad brwiami — na skroniach, na policzkach i pod brodą. Maska ta była połączona z pochłaniaczem (w postaci blaszanej puszki z sitkiem na dnie), w którym był węgiel aktywowany, nasycony węglanem potasu. Maska ta posiadała zamiast okularów prostokątną szybkę celuloidową. Na linji uszczelnienia twarzy była naszyta taśma aksamitna; szwy były nieuszczelnione, wobec czego gaz swobodnie przenikał. Niemcy natomiast, wzorując się już na



Rys. 10.

austrjackiej masce, skonstruowali — znacznie lepszą. Pierwsze ich maski były uszyte z tkaniny bawełnianej gumowanej i miały dobre uszczelnienie, następne zaś maski były wyrabiane z tkaniny wełnianej, również gumowanej, szwy pokryto szczelnie tak zwanym lakierem s a p o n o w y m. Pochłaniacz wykonano na wzór austrjackiego, lecz nieco mniejszy, w formie ściętego stożka. Z chwilą blokady i wobec braku gumy, Niemcy w końcu 1916 r. zaczęli wyrabiać maski skórzane.

Do wyrobu używano skórę juchtową, impregnowaną smołą pogazową z domieszką nafty i łoju. Przy udoskonalaniu swych masek Niemcy wzorowali się na maskach francuskich, nadając im krój i układ francuski. Co się zaś tyczy pochłaniaczy, używanych przez Niemców, to takowe zupełnie przypominały — francuskie, a zawartość zmieniała się prawie tak samo, jak i we francuskich.

MASKI ANGIELSKIE.

Podobnie jak w innych państwach, jako pierwszy „antigaz“, zastosowali Anglicy poduszeczki nasycone tiosiarczanem, chroniące nos i usta od działania chloru. Następną maską była tak zwana „przyłbica“, skonstruowana przez angielskiego aptekarza, który pracował przez cały czas trwania wojny nad zagadnieniem obrony przeciwgazowej, a za swą owocną pracę w tej dziedzinie został mianowany pułkownikiem. Pod koniec wojny wskutek chronicznego zatruwania się gazami zmarł. Po śmierci awansowano go na generała. Ujemną stroną pierwszej maski - przyłbicy był brak drogi wydechowej; wkrótce je-



Maska angielska wzór P.H. 1915.

Rys. 11.

dnak brak ten został usunięty przez dodanie specjalnego wentyla wydechowego.

Następnie do tejże przyłbicy był dodany pochłaniacz, a dopiero przy końcu 1916 r. i na początku 1917 r. przyłbicę zastąpiono właściwą maską, która również parokrotnie była modyfikowana i ostatecznie przekształcona na wzór masek francuskich i niemieckich. Ostatnia maska angielska składała się z maski właściwej, pochłaniacza i rury elastycznej, łączącej maskę z pochłaniaczem. Pochłaniacz był tak skonstruowany i obliczony, że czas działania wynosił od 40 do 50 godzin. Maska posiadała 2 drogi oddechowe z bunzenowskim wentylem, ustnikiem draegerowskim i ściskaczem nosa. Skład chemiczny pochłaniacza stopniowo się zmieniał i ulepszał.

MASKI AMERYKAŃSKIE.

Ameryka, która wzięła udział w wojnie światowej dopiero w roku 1917, wykorzystała nabyte doświadczenia Francji i Anglji, jak w ofensywie, tak i w obronie przeciwgazowej.

Maski francuskie były dla żołnierza wygodniejsze, lecz pochłaniacz posiadały krótkotrwały, natomiast maski angielskie chociaż wystarczały na czas dłuższy, jednak były mniej wygodne, a to wskutek zastosowania ustnika draegerowskiego i ściskacza nosa, Ameryka pomimo to przyjęła typ masek angielskich. Pierwszy transport masek amerykańskich okazał się nieudolną kopją maski angielskiej i dlatego wycofano je z użycia, armję zaś amerykańską zaopatrzono w maski wyrobu angielskiego.



Maska amerykańska „Box-Respirator” 1918”

Maska amerykańska „Box-Respirator” 1918. (Schemat)

Rys. 12.

Druga serja masek amerykańskich, chociaż wykonana była nieco lepiej, pozostawiona została w kraju, jako materjał ćwiczebny. Nie poprzestając na zaopatrzeniu swej armji w maski angielskie, Amerykanie jednak ciągle pracowali nad udoskonaleniem pochłaniaczy własnych masek, produkując kolejno kilkanaście typów.

Ostatnia maska amerykańska jest podobna do maski angielskiej, odróżnia się tylko nieco innym krojem, szyciem i sklejaniem. Za-

wdzięczając nieco innemu wycięciu otworów na szybki okularowe (w kształcie elipsy), uzyskano lepsze uszczelnienie maski. Jednocześnie z modyfikacją masek uległy również modyfikacji pochłaniacze.

Ostatnim typem jest t. zw. pochłaniacz niebieski. Zasadnicza różnica polega na tem, że powietrze wchodzące do pochłaniacza przechodzi przez rurę wdechową nieco rozszerzoną w kształcie butelki, ścianki której pokryte są drobnemi otworkami. Rura wdechowa umieszcza się w spłaszczonym pudełku blaszanym, którego boczne ścianki są dziurkowane. Przestrzeń między rurą wdechową, a ściankami puszki jest wypełniona substancjami zobojętniającemi. Pudełko całe obszyte jest warstwą pilśniową i umieszczone w drugiem ochronnem pudełku, posiadającem ugóry 2 otwory dla dopływu powietrza.

MASKI WŁOSKIE.

Maski włoskie zewnętrznie podobne były do francuskich, lecz okazały się przy austrjackiej ofensywie gazowej na jesieni w r. 1917, jako zupełnie niechroniące od zatruć gazowych, wobec czego wycofano je. Włosi korzystali nadal z masek koalicyjnych.

MASKI ROSYJSKIE.

Pierwsze „antigazy" rosyjskie podobne były do — francuskich, a mianowicie: składały się z kilkunastu warstw gazy nasyconej gli-



Rosyjska maska syst. „Zieliński-Kummant" 1916. Rosyjska maska: „Zieliński-Kummant" 1916

Rys. 13.

cerynowym rozczynem tiosiarczanu sodowego. Opaskę taką nakładano na usta, przywiązując ją tasiemką. Następne maski były wzorowane na francuskich maskach M_2. Dalszy rozwój maski rosyjskiej dał typ tak zwany „Kumant - Zielińskiego" składający się z maski właściwej gumowej, która okrywała całą głowę, dochodząc aż do potylicy. Do maski właściwej był umocowany pochłaniacz wypełniony węglem aktywowanym. Maska ta szczelnie przylegała do głowy, zakrywając uszy, tak że żołnierz z uszkodzonemi bębenkami nie obawiał się zatrucia gazami przez ucho. Maska ta posiadała jedną tylko drogę oddechową.

Ostatnią maskę rosyjską skonstruował Instytut Górniczy, wzorując się na masce angielskiej. Maska ta posiadała 2 drogi: wdechową przez pochłaniacz, połączony rurą z właściwą maską, i wydechową przez specjalny wentyl, umieszczony tuż przy połączeniu rury, łączącej z maską właściwą. Pochłaniacz zawierał węgiel aktywowany i wapno sodowane.

Następnie do masek Instytutu Górniczego wprowadzono, na wzór angielski, ustnik i zaciskacz nosa.

Rumunja własnych masek nie posiadała, a korzystała z różnych typów masek.

POCHŁANIACZE.

Przy pobieżnem omówieniu konstrukcji masek wspominaliśmy o pochłaniaczach, ulegających częstej modyfikacji i ulepszeniom. Starano się, by pochłaniacz był lekki, dobry, długotrwały, a praca jego była jak najwydatniejszą na pewną jednostkę czasu, t. j. żeby szybko filtrował potrzebną ilość powietrza w chwili oddechu.

Chcąc przedstawić sobie wydajną pracę pochłaniacza, postaramy się w grubszych zarysach obliczyć ilość wdychanego powietrza, a mianowicie: człowiek normalny i przy normalnych warunkach spokoju wdycha około 500 cm^3 powietrza na raz, przy pracy zaś od 1500 do 1700 cm^3. Granica ta jednak nie jest i nie może być ściśle określona, gdyż dużą rolę w danym wypadku odgrywa wzrost, stan zdrowia i nerwów danego osobnika. Należy zaznaczyć, że tylko $^1/_3$ część wdychanego powietrza wstępuje do płuc, zaś $^2/_3$—pozostaje w drogach oddechowych i tę właśnie ilość powietrza nazywamy przestrzenią szkodliwą.

Przy silnem zdenerwowaniu mamy często objawy tak zwanego powierzchownego oddychania, co w skutkach daje znacznie większą przestrzeń szkodliwą. Część powietrza, która trafia do płuc, nazywamy powietrzem uzupełniającem, a ponieważ organizm nie jest w moż-

ności wyrzucić z płuc całej ilości powietrza, przeto część, pozostającą w płucach, nazywamy powietrzem zalegającem, które się spotyka przy sekcji trupów.

O ile uwzględnimy, że normalny, dorosły człowiek wykonywa średnio 16 ruchów oddechowych na minutę, i zużywa dla wentylacji płuc około 8000 cm^3 powietrza, przy pracy — ilość prawie potrójna, we śnie zaś około 4000 cm^3, to możemy z tego wywnioskować, jak szybko winien funkcjonować pochłaniacz, aby dać potrzebną i oczyszczoną ilość powietrza na pewną jednostkę czasu. O ile uwzględnimy rytm ruchu wdechowego, który zależny jest od stanu nerwowego, to dojdziemy do wniosku, że normalne ruchy w warunkach polowych nie mogą być brane w rachubę, co zatem idzie, że pochłaniacz powinien pracować b. szybko i sprawnie.

Jednak musimy zgóry uwzględnić, że każdy pochłaniacz stawia pewien opór, czyli przeszkodę przy oddychaniu, nawet przy pewnym treningu. W każdym razie ten opór winien mieć pewną granicę, albowiem jeśli będzie tak silny, że utrudniałby oddech w masce — nie sprosta swemu zadaniu i winien być odrzucony. Każdy pochłaniacz po napełnieniu jest badany i dopiero po takiej próbie może być wydany do użytku. Do tego celu są specjalne aparaty i opracowane pewne formułki w celu obliczenia oporu pochłaniacza. Również musimy zaznaczyć, że tak idealnych pochłaniaczy, któreby absolutnie nie przepuszczały gazów bojowych, czyli jak się mówi nie dawały przeskoku, prawie że niema. Możnaby je skonstruować, lecz pojemność ich byłaby tak duża, że trudno byłoby je umocować przy masce, a swym ciężarem wpływałyby ujemnie na szczelność przylegania maski do twarzy, co w wielkiej mierze jest niewskazanem.

Uwzględniając wyżej przytoczone, po długich rozmyślaniach i próbach, konstruktorzy przyszli do wniosku, że należy pogodzić się z pewnem złem koniecznem, a mianowicie: o ile pochłaniacz ma przepuszczać pewną część gazu, to należy dążyć do tego, by ilość ta nie powodowała szkodliwego wpływu na organizm, t. j. by nie przekraczała granicy fizjologicznej.

O ile uwzględnilibyśmy (dla przykładu), że największe stężenie gazu w powietrzu może dojść do 1%, to pochłaniacz winien działać tak sprawnie, by stężenie to redukował z 1 : 100 do 1 : 10000 i to w taką jednostkę czasu, jakim jest wydech i wdech człowieka.

Są to obliczenia jednak teoretyczne, a jednostka czasu również jest warunkową, albowiem szybkość oddechu, ilość wdychanego powietrza i zdolność pokonywania oporu pochłaniacza omal, że nie u każdego osobnika jest inną. Składają się na to: zmęczenie fizyczne, ogólny stan

zdrowia, samopoczucie, stan nerwowy i wiele jeszcze innych czynników.

Przeto musimy zgodzić się z tem, że im szybszy będzie oddech, tem większy będziemy mieli opór, a osoba korzystająca z maski odczuje silną duszność, (wskutek nieumiejętnego oddychania), wreszcie może zerwać maskę i pozostać bez żadnej ochrony.

Natomiast ta sama osoba w warunkach zwykłych, nerwowo spokojna, korzystając z tegoż samego pochłaniacza, będzie posługiwać się nim przez czas dłuższy, odczuwając jak zwykle tylko nieznaczny opór pochłaniacza.

Przy opracowywaniu pochłaniacza wyłoniły się dwie koncepcje, a mianowicie:

1) Metoda, któraby polegała na rozkładzie chemicznym gazów bojowych, obecnych w powietrzu, zapomocą reakcyj i odczynników,
2) metoda polegająca na absorbcji, t. j. zdolności niektórych ciał pochłaniania gazów. Wśród tych ciał naczelne miejsce zajmuje węgiel aktywowany.

Kolejno rozpatrzmy te dwie koncepcje:

1) Reakcje chemiczne.

Musimy zaznaczyć na wstępie, że w chemji nie znamy tak uniwersalnego odczynnika, któryby był zdolny unieszkodliwiać wszystkie znane gazy. Na pewną grupę gazów możnaby było znaleźć ten lub lub inny odczynnik, ale nigdy na wszystkie, znane dziś gazy bojowe.

Następnie musimy uwzględnić, że procesy chemiczne w stanie gazowym, wobec słabej jonizacji gazów, zachodzą bardzo powoli, a wszak reakcje w pochłaniaczach winne odbywać się szybko tj. w czasie między wdechem i wydechem.

Również nie wszystkie gazy bojowe podlegają utlenieniu wzgl. hydrolizie.

2) Absorbcja.

Zdolność absorbcyjna węgla aktywowanego jest znaną oddawna i oparta na t. zw. zjawisku powierzchniowej absorbcji, czyli jeśliby tak można się było wyrazić, nawarstwienia na wszystkich porach i kanalikach węgla.

Aby wyjaśnić absorbcję gazów na powierzchni niezliczonych i niewymiernych kanalików granulek węgla aktywowanego, przytoczymy przykład następujący:

Jeśli do dużej miski napełnionej wodą wpuścimy 1—2 krople nafty, zauważymy, że te 1—2 krople pokrywają całą powierzchnię wody cienką małą błonką, i o ile dodamy następnie jeszcze parę kropli nafty, otrzymamy następne nawarstwienie. Mniej więcej tak zgrubsza przy-

toczony przykład wyjaśniłby nam powierzchniową absorbcję gazu przez węgiel aktywowany. Rozumie się, że pierwsze warstwy gazu są silniej przyczepione do węgla, niż następne nawarstwienia.

Otóż przy przesyceniu, że tak się wyrazimy, węgla aktywowanego gazem, górne warstwy mogą być nawet łatwo usuwane przez zwykłe wydmuchiwanie, a jeśli mogą być wydmuchane to przy wdechu mogą przejść do dróg oddechowych, albowiem absorbcja węgla posiada pewne granice nasycenia.

Granice chłonności węgla są dość różne, zależy to od wyjściowego surowca, jak również i od samych metod aktywowania.

Jeszcze niedawno węgiel aktywowany niemiecki, zdolny chłonąć od 150%—200% gazu, liczył się jednym z najlepszych, dziś natomiast węgiel amerykański zajął pierwsze miejsce.

Co do surowców, z których otrzymuje się węgiel aktywowany, wymienić należy następujące: różne gatunki drzewa (osika, brzoza, orzech, mahoń, cedr), skorupy kokosowe, skorupy orzechowe, pestki śliwek i t. d.

Lepszy węgiel otrzymuje się z surowca o mocnej strukturze; w kraju moglibyśmy śmiało wyzyskać pestki śliwek i wisien, które w fabrykach powideł spalają się w piecach.

Zużyty węgiel aktywowany zapomocą pewnych manipulacyj może być regenerowany.

Ponieważ węgiel aktywowany posiada pewne własności katalityczne, więc przyśpiesza hydrolizę, utlenianie, polimeryzację i rozpad cząsteczek gazów bojowych, np. HCN i AsH_3 w obecności węgla aktywowanego utlenia się.

Gazy trudnoskraplające się, jak CO i HCl, węgiel aktywowany trudno chwyta, wobec czego chemicy przeprowadzili cały szereg doświadczeń i badań, zanim spreparowali odpowiednie uniwersalne pochłaniacze. Koncepcje te polegały na wprowadzeniu do pochłaniacza z węglem substancyj chemicznych, któreby reagowały i niszczyły pewne gazy bojowe i w ten sposób przedłużałyby aktywność węgla.

Do takich związków zaliczamy np.:

$Ca(OH)_2$, które wiąże się z produktami hydrolizy gazów, a mianowicie z HCl.

Dla utleniania niektórych produktów używa się nadmanganian sodu $NaMnO_4$, również jako reagent na fosgen używano urotropinę $C_6H_{12}N_4$.

Reakcje te są bardzo korzystne, ponieważ są nieodwracalne, a niszczony w ten sposób gaz bojowy, nie jest w stanie regenerowania się.

Prawie uniwersalnym był pochłaniacz amerykański, który zawierał specjalnie spreparowane ziarenka łącznie z węglem aktywowanym.

Ziarenka te wyrabiano z wodorotlenku wapnia, cementu (dla spojenia ziarenek), ziemi okrzemkowej, wodorotlenku sodu; wyrobione z tej mieszaniny ziarenka suto zraszano 15% rozczynem nadmanganianu sodu.

Niemieckie pochłaniacze składały się z 3-ch warstw:

a) pumeks przesycony węglanem potasu,
b) węgiel aktywowany,
c) pumeks przesycony rozczynem urotropiny.

Rosyjskie ostatnie pochłaniacze zawierały:

gramulowane odpowiednio wapno sodowane i węgiel aktywowany (na 1 część węgla — 4 części wapna sodow.)

Specjalne pochłaniacze t. zw. hopkalitowe do utleniania tlenku węgla opracował Dep. Górniczy Stan. Zjednoczonych. Jako zasadnicze składniki pochłaniacza wchodziły MnO_2 i CuO. Otrzymaną mieszaninę z tych składników rozkrusza się na ziarnistą masę. Ziarenka hopkalitu, tak silnie katalizują tlenek węgla, że utlenianie następuje nawet w t^0 poniżej O^0.

Również próbowano stosować na czad J_2O_5 i SeO_2 — i te odczynniki są dobre, lecz zbyt drogie.

Przy omawianiu pochłaniaczy należy dodać, że pochłaniacze, zawierające węgiel i substancje chemiczne, chociaż są skuteczne na gazy bojowe, jednak nie zatrzymują dymów bojowych, tak zwanych sternitów.

Pierwsze angielskie jak również i inne pochłaniacze posiadają 2 warstewki waty, jedną w górnej części pochłaniacza, drugą w dolnej. Watę wkładano, by zapobiec wysypywaniu się węgla. Z chwilą ukazania się dymów bojowych (sternitów) w postaci stosunkowo większych zawiesin, warstewki waty zatrzymywały sternity. Następnie gdy na froncie zaczęto stosować dymy bojowe w bardzo subtelnem rozproszeniu, tak że średnica molekuły dymu była mniejszą od otworów filtru z waty, pochłaniacze takie dawały przeskok.

Niemcy do swych pochłaniaczy dodawali t. zw. „Schnapdecke", czyli krążek z bibuły filtracyjnej, osadzony w krążku metalowym, którym zakrywała się dolna część pochłaniacza. Jednak taki dodatkowy filtr stwarzał silny opór.

Amerykanie wprowadzili filtry z filcu grubości 3—4 mm. Jednak okazało się, że taki filtr, o ile może zatrzymać kurz, to subtelne dymy bojowe dają w nim przeskok. Wreszcie Amerykanie zaczęli specjalnie

preparować zewnętrzną powłokę filcu i twierdzą, że obecny filtr zatrzymuje wszystkie sternity, co, zdaje się, jest nieco przesadzone.

Naogół należy zaznaczyć, że wszystkie dodatkowe filtry do pochłaniaczy w dużem stopniu zwiększają ich opór, z czem należy się liczyć. Chcąc utrzymać filtr i nie utrudniać zbytnio oddychania przez taki aparat, należałoby zwiększyć pochłaniacz, wzgl. opracować nową konstrukcję przez zwiększenie powierzchni filtracyjnej.

Amerykanie pierwsi dość pomysłowo rozwiązali to zagadnienie. W tym celu skonstruowano pochłaniacz, składający się z rury wydechowej i 2-ch puszek blaszanych w formie elipsy; jedna z puszek jest nieco większa.

Rura wdechowa w dolnej swej części jest butelkowato rozszerzona i na $^{2}/_{3}$ dolnej części rozszerzenia posiada dużo drobnych otworków. Miejsce dziurkowane jest obszyte specjalnym filcem. Tak spreparowaną rurę wdechową umocowuje się do mniejszej puszki, ścianki której są również dziurkowane i zewnętrzna strona puszki jest obszyta filcem. Przestrzeń wolna między rurą wdechową, a puszką wypełnia się węglem aktywowanym i granulkami wapna z nadmanganianem potasu. Tak spreparowany pochłaniacz wkłada się i wmontowuje do większej puszki ochraniającej, która ma u góry 2 wentyle dla dopływu powietrza. W celu zabezpieczenia wentyli od uszkodzenia, zewnętrzna puszka zakrywa się dziurkowaną po bokach przykrywką.

Proces oddychania przy tych warunkach jest dość łatwy, powietrze wchodzi przez dziurki boczne pokrywy, następnie przez 2 wentyle wstępuje do wolnej przestrzeni między 1-szą i 2-ą puszką.

Przy wdechu powietrze przechodzi przez filc dziurkowanej puszki wewnętrznej, na swej drodze spotyka węgiel aktywowany i środki chemiczne, tu się oczyszcza, przechodzi przez filc butelkowatej rury wdechowej do środka i unosi się wgórę, przez górną część rury wdechowej przepływa do maski, a następnie do płuc.

OBRONA CIĘŻKA CZYLI TLENOWA

(izolacyjna).

Po pobieżnem omówieniu obrony lekkiej, indywidualnej przystąpimy do zapoznania się z obroną ciężką czyli tlenową.

Jak zaznaczyliśmy poprzednio, w zamkniętych schronach (karabinów maszynowych) w czołgach, pociągach pancernych, przy spalaniu prochu lub materjałów wybuchowych nagromadza się tlenek węgla (czad) CO, grożąc zatruciem całemu otoczeniu. Naprzykład ładunek

karabinu zawiera 3 gramy prochu, który daje 0,09 litr. CO, co przy 300 strzałach da około 27 litr. CO, stężenie zaś 1% CO zabija człowieka w przeciągu 5 minut.

Zwykłe aparaty filtrujące, jak już zaznaczyliśmy poprzednio, nie chronią od zatrucia się tlenkiem węgla, przeto człowieka należy zupełnie izolować, używając do tych celów aparatów tlenowych. W aparaty takie wyposaża się patrole sanitarne, obsługę czołgów, pociągów pancernych, zakrytych schronów, gniazd k. m. oddziały minerskie, oddziały gazowe i nieraz patrole odkażające.

Zasadniczo każdy aparat tlenowy składa się z cylindra stalowego z tlenem, pod ciśnieniem około 150 atmosfer. Duże aparaty Draegera (starego systemu) posiadają cylinder o pojemności 0,8 litra, czyli zawierają 120 litrów tlenu, a aparaty małe mają cylindry o pojemności 0,4 litra, czyli 60 litr. tlenu. Drugą częścią składową aparatu jest puszka, czyli pochłaniacz przeznaczony do chwytania wydychanego powietrza (dwutlenku węgla CO_2). Zawiera ona KOH lub NaOH, względnie nadtlenki sody lub potasu, t. zw. oxylity, Na_2O_2 lub $(KO_2)_2$. Każdy aparat zawiera worek tlenowy z nieprzepuszczalnego materjału do którego umocowana jest rura oddechowa z ustnikiem i ściskaczem nosa. Nowsze aparaty posiadają maskę właściwą z okularami i cylinder tlenowy o pojemności 2 litr., czyli zawierają około 300 litrów tlenu pod ciśnieniem 150 atmosfer.

W czasie wojny używane były następujące aparaty tlenowe:

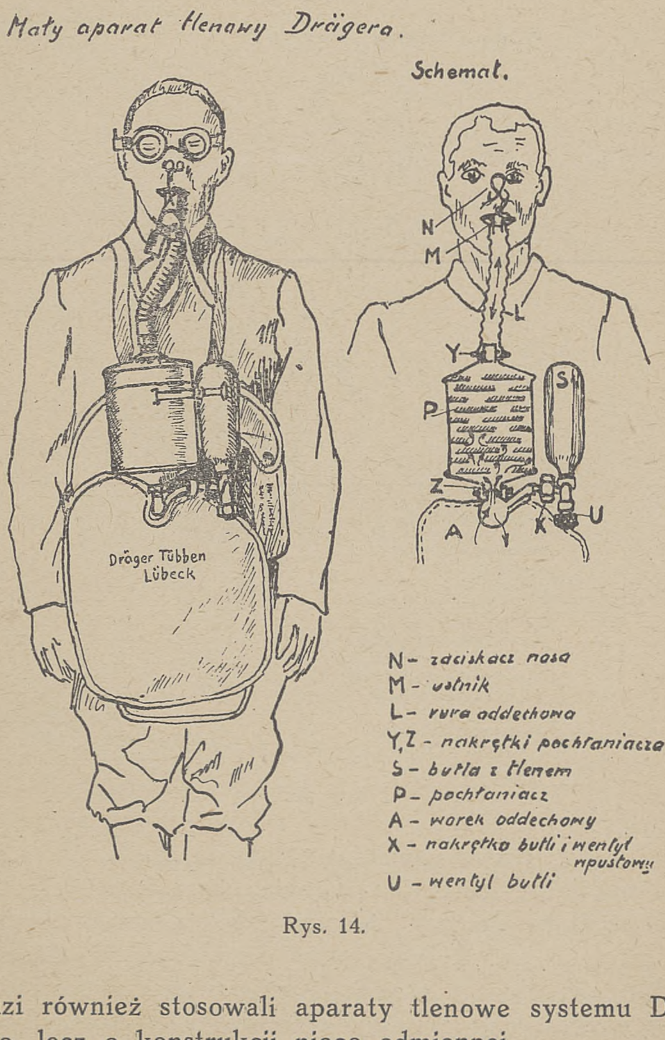
1) Aparat niemiecki — Draegera (Heeres Sauerstof Schutzgerät),
2) Aparat niemiecki — Draegera ratowniczy.
„ francuski — Draegera.
3) Aparat Fenzego długotrwały.
4) Aparat Fenzego krótkotrwały, oraz tak zwane
5) Aparaty automatyczno - płucne.

Aparaty Draegera HS posiadają manometry, które stale wskazują ilość pozostałego tlenu w cylindrze. Wskazówki manometru dla łatwiejszego odczytania nocą — są nafosforyzowane. Zawartość tlenu w cylindrze wystarcza na okres 3 do 4 godzin przy lekkiej pracy i na 1 godz. 15 min. przy ciężkiej pracy. Do aparatów tlenowych draegerowskich dodają zapasowy cylinder z tlenem i nabój oxylitowy, oczyszczający.

Nowsze aparaty draegerowskie są już nieco zmodyfikowane i ulepszone, noszone są na boku, system zasadniczy jednak pozostaje ten sam.

Mały ratowniczy aparat Draegera jest o połowę mniejszy od zwy-

kłego, zawartość cylindra jest mniejsza i nie posiada manometru. Cylinder tlenowy łączy się wprost z workiem, nie tak jak w aparacie dużym, gdzie tlen z cylindra przechodzi przez nabój oczyszczający i dopiero trafia do worka. Cylinder ma pojemność 0,4 litra, czyli zawiera 60 litr. tlenu, co wystarcza przy lekkiej pracy na 1—1 godz. 15 m., a przy ciężkiej — na 20—30 minut.



Rys. 14.

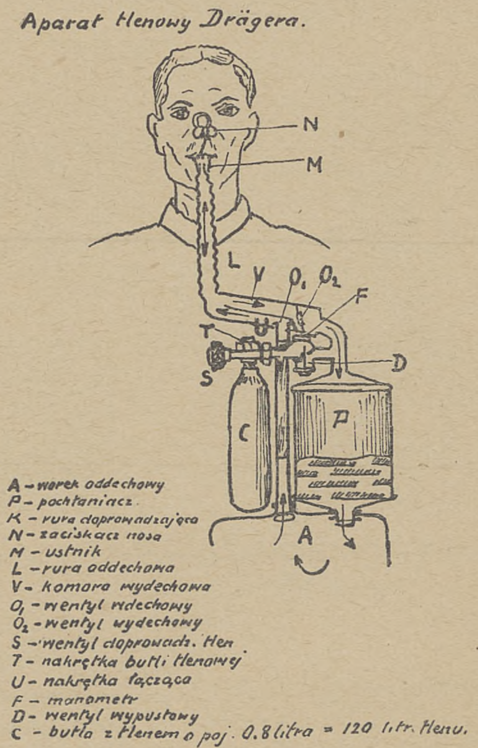
Francuzi również stosowali aparaty tlenowe systemu Draegera i Fenzego, lecz o konstrukcji nieco odmiennej.

Do obrony ciężkiej należy tak zwana obrona przeciwiperytowa czyli izolacyjna. Właściwszą byłaby nazwa druga, gdyż należy przy-

puszczać, że w przyszłej wojnie nie ograniczą się do jednego iperytu, a będą stosowali i inne gazy tejże grupy, jak naprzykład luizyt i t. p.

Wszystko cośmy mówili o obronie przeciwgazowej dotyczyło ochrony dróg oddechowych zapomocą masek gazowych i aparatów tlenowych.

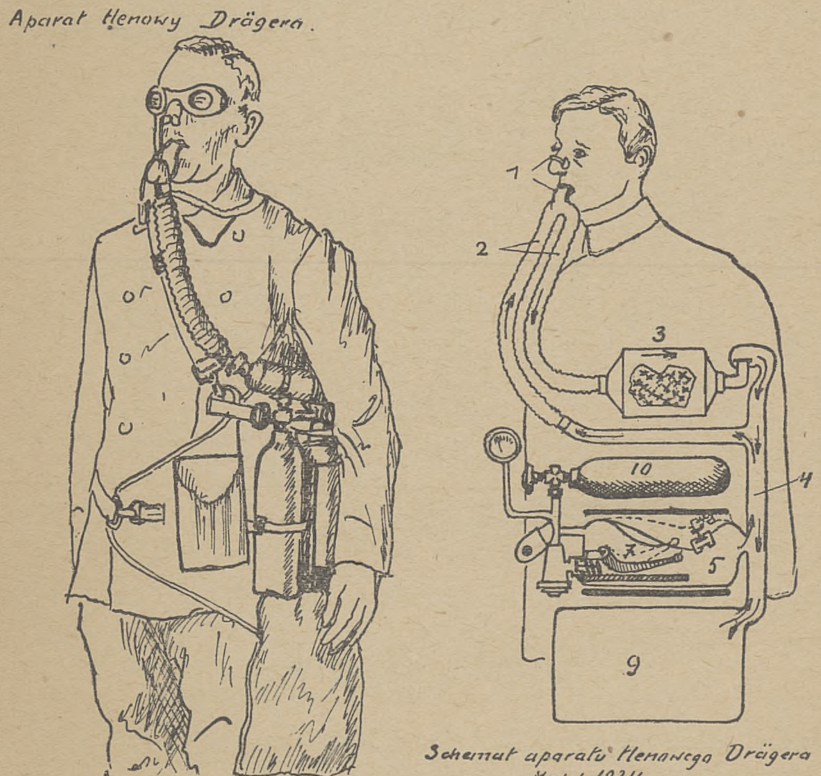
Ponieważ żrące środki bojowe przenikają przez ubranie, buty,



Rys. 15.

a nawet i gumę, przeto, pomimo nałożenia maski gazowej, należy nakładać specjalne izolacyjne ubrania, chroniące całe ciało od działania środków żrących. Niemcy, aby uchronić swych żołnierzy od zatrucia iperytowego, przy pierwszych już atakach, wydali bardzo nierozważny rozkaz, a mianowicie: wysmarowania całego ciała wodną pastą z wapna chlorowanego, posiadającego zdolność niszczenia iperytu. Zapomnieli natomiast o żrącem działaniu wapna, wskutek czego spora ilość żołnierzy odniosła silne oparzenia jeszcze przed zastosowaniem ataku iperytowego.

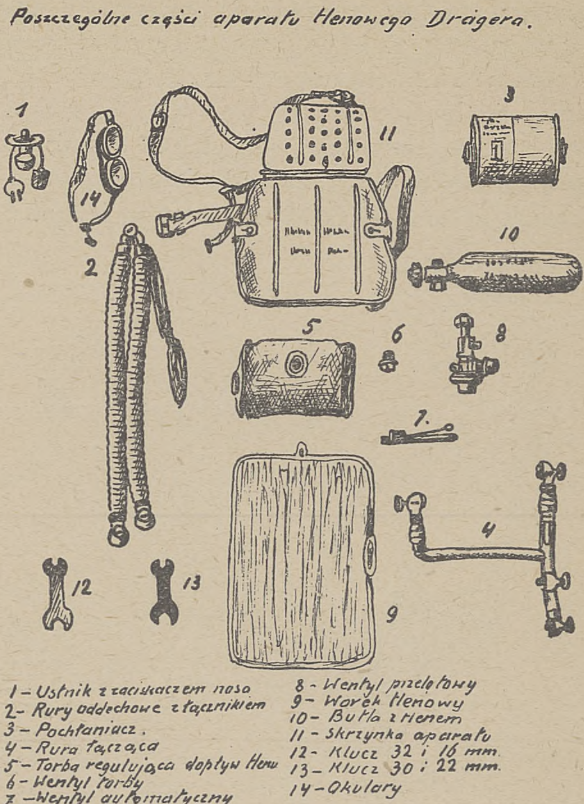
Niefortunny ten rozkaz pośpiesznie cofnięto i zaczęto myśleć o szczelnej izolacji żołnierza od stóp do głowy, od otaczającej go atmosfery i przedmiotów zroszonych iperytem. Pracę w tym kierunku napotkały wielkie trudności, bo, jak się okazało, iperyt dość łatwo przesiąka przez skórę, tkaninę i gumę. Przez doświadczenie i prace w tym kierunku skonstatowano, że gęste impregnowane płótno może na pewien czas uchronić od działania iperytu, jednak krótkotrwała



Rys. 16.

ta ochrona byłaby bardzo kosztowna i nie dałaby pożądanych rezultatów.

Amerykanie zaś przyszli do wniosku, że należy impregnować zwykłe ubranie takiemi substancjami, które rozkładałyby iperyt. Obecnie twierdzą, że środki te impregnacyjne są już przez nich wynalezione i dają dobre rezultaty, jednak wynalazek ten trzymają w ścisłej tajemnicy. Należy przypuszczać, że do impregnacji tkanin używają oni soli ołowiu.



Rys. 17.

OBRONA ZBIOROWA.

Zkolei poruszymy w kilku słowach sprawę obrony zbiorowej.

Obrona zbiorowa polega:

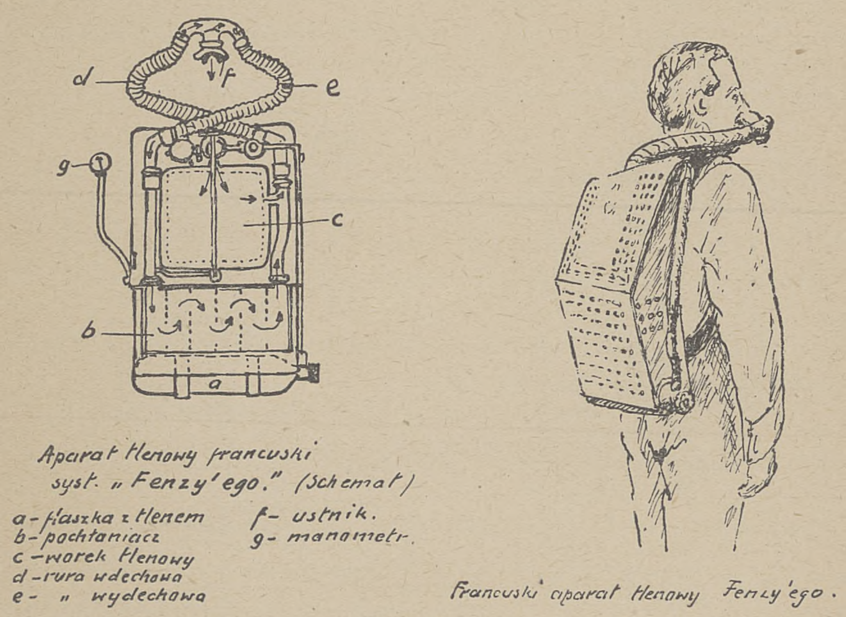
1) na odpowiedniem zorganizowaniu w czołowych linjach służby obserwacyjno-meldunkowej;

2) na należytem urządzeniu schronów przeciwgazowych oraz zaopatrzeniu ich we wszystkie środki niezbędne do odkażania powietrza, ubrania, osób przybywających do schronów z atmosfery zatrutej, jak również w środki służące do odkażania terenów zatrutych gazem bojowym;

3) na wyszkoleniu społeczeństwa jak się ma zachować przed, podczas i po napadzie gazowym.

Organizacja służby obserwacyjno-alarmowej jest może jednym z najważniejszych czynników obrony przeciwgazowej, gdyż od sprawności tejże zależy życie tysięcy ludzi, zwłaszcza w porze nocnej, gdy strudzony żołnierz względnie obywatel odpoczywa.

W czasie ostatniej wojny próbowano zastosować automatyczne przyrządy alarmowe na wypadek ataku falowego. Przyrząde te polegały na działaniu fizyko-chemicznem lub chemicznem. Używane były tak zwane „ślepe lampy", czyli latarki Bienarta (podobne do latarek rowerowych); latarki te wynoszono w pole, nad płomykiem zaś lamp-



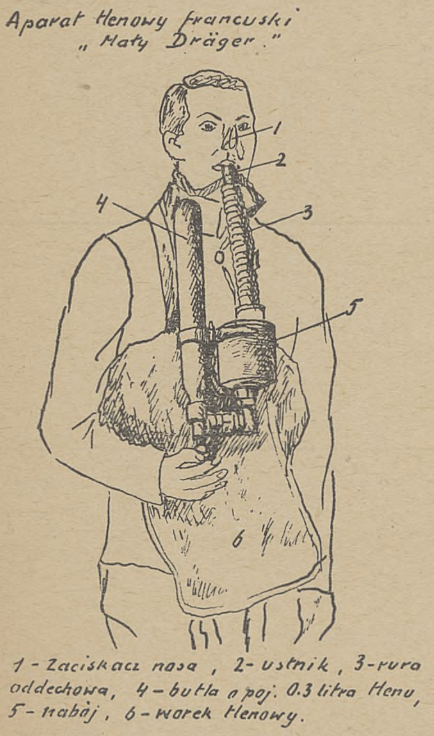
Rys. 18.

ki zawieszona była płytka z czystej miedzi. Gdy na ogrzaną płytkę miedzianą działał chlor, płomień światła lampki zabarwiał się na zielono. Oprócz tych lampek było sporo innych przyrządów ostrzegawczych naprz. aparat profesora Kosonogowa, aparat naszego rodaka prof. Boguckiego. Jednak wszystkie te aparaty okazały się mało wartościowemi, wobec czego już w pierwszym roku wojny zaniechano je, zastępując ostrzegacze automatyczne — obserwatorami.

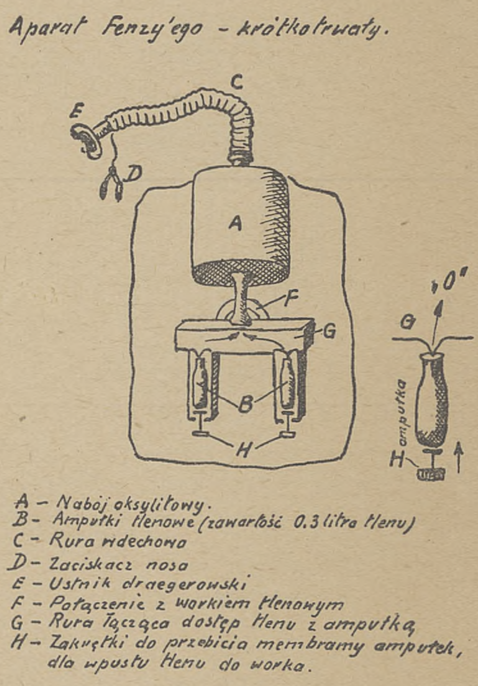
Po ustaleniu frontu wyznacza się 2-strefy alarmu gazowego: I-sza linja sięga do 5 klm. w głąb od linji okopów, 2-ga t. zw. „strefa zagrożona", sięga jeszcze w głąb na 15 klm.

W 1-ej strefie wszyscy bez różnicy szarży i zajmowanego stanowi-

ska są obowiązani wykonywać służbę obserwacyjno-alarmową, również w pierwszej linji okopów w odstępach co 200 metrów wystawia się posterunki obserwacyjno-alarmowe, wyposażone w sygnały alarmowe. Maski powinny stale być w pogotowiu gazowem, 2-ga linja posterunków alarmowych grupuje się o 300 mtr. w głąb od I-szej linji, i rozstawia się posterunki co 700 — 800 metrów; wyposaża się je również w głośne sygnały alarmowe, maski również winne być w pogotowiu gazowem.



Rys. 19.



Rys. 20.

W głębi frontu na 800 metrów od linji frontu wystawia się 3-cią linję t. zw. posterunki łącznikowo-alarmowe. Posterunki alarmowo-łącznikowe wystawia się również przy wszystkich schronach, dowództwach, schronach sanitarnych, schronach służby łączności, schronach wypoczynkowych i t. d.

Przyrządy do sygnalizowania i alarmowania mogą być trojakie: 1) sygnały akustyczne, 2) sygnały optyczne i 3) sygnały telefoniczne i radjo.

W pierwszych linjach należy używać sygnały wyłącznie akustycz-

ne i optyczne. Do sygnałów akustycznych należą dzwonki zwykłe i elektryczne, płyty żelazne, gongi, łuski szrapnelowe, syreny, dzwony. Do optycznych — należą rakiety barwno świetlne o umówionych kolorach.

Telefony są używane w strefach głębszych.

Należy dążyć, aby wszystkie posterunki alarmowo-gazowe były obsługiwane przez osoby więcej inteligentne, gdyż opóźnienie alarmu, o kilka sekund może wywołać bardzo poważne skutki. Obserwator winien być tak wyćwiczony, aby wciągu 3 — 4 sekund był już zdolny nałożyć i sprawdzić nałożoną maskę. O ile uwzględnimy, że w przyszłej wojnie pociski gazowe będą stosowane na szeroką skalę, to tembardziej służba alarmowa winna być doprowadzona do szczytu doskonałości.

Początek ataku falowego jest dość łatwy do zauważenia, gdyż zwykle w okopach nieprzyjacielskich przed takim atakiem daje się spostrzec wzmożony ruch, nieraz można usłyszeć brzęk balonów, świst lub syk gazu, wydobywającego się z balonów, widać nieraz pierwsze wzrastające obłoczki. Atak falowy jest możliwy tylko przy sprzyjającym wietrze. Jeśli weźmiemy pod uwagę szybkość wiatru przy atakach falowych, która wynosi 3 — 5 metr. na sekundę, to posterunek ma zaledwie krótki czas na zaalarmowanie tyłów.

Znacznie natomiast trudniejsza jest służba alarmowa i wymaga większej znajomości rzeczy przy atakach gazowych zapomocą miotaczy min, prożektorów i pocisków artyleryjskich i napadu lotniczego.

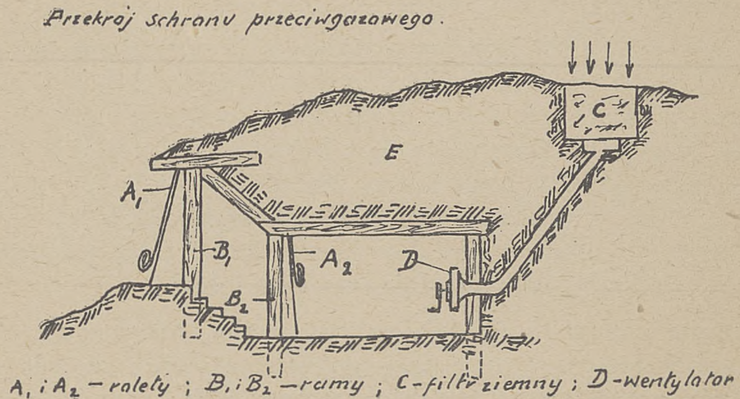
Obserwując atak gazowy, wykonany przy pomocy miotaczy min, daje się w pierwszej chwili zauważyć błysk na pewnej linji, potem słyszy się silny huk w kolejnych serjach (czyli baterjami) następnie — charakterystyczny szum lotu pocisków. Posterunek więc alarmowy ma zaledwie 15 — 20 sekund do nałożenia maski i dania znać o grożącym niebezpieczeństwie. Trudniejsze zadanie ma posterunek, gdy przy napadzie przeciwnik używa pocisków gazowo - artyleryjskich. W tym wypadku tylko wprawne ucho i bystre oko może określić i rozróżnić pociski gazowe (te ostatnie przy pękaniu wydają nieco słabszy huk).

Prawdopodobnie w przyszłej wojnie przy pierwszych armatnich strzałach, nietylko walczący, ale każdy znajdujący się w pasie przyfrontowym, będzie zmuszony już odrazu nałożyć maskę i pozostawać w niej przez cały czas ataku, gdyż nieprzyjaciel będzie kierował pociski serjami (kruszące i gazowe).

SCHRONY PRZECIWGAZOWE.

Schrony bywają dwojakiego rodzaju: podziemne i na powierzchni ziemi, przerobione z budynków mieszkalnych i piwnic.

Schrony podziemne robią się zazwyczaj głęboko w ziemi. Każdy schron winien posiadać dwa wejścia, jedno z nich stale zamknięte (rezerwowe). Do schronu (pod ziemią) prowadzą korytarze wejściowe, mające podwójne zasłony w odległości około 2 — 3 mtr. jedna od drugiej. Zasłony te, czyli tak zwane rolety impregnowane, umieszczone są i przymocowane do ram drewnianych, szczelnie wprawionych i ustawionych nieco ukośnie, tak aby opuszczona roleta szczelnie przylegała. Na brzegach rolety są umocowane ciężarki,



Rys. 21.

wobec czego roleta przylega szczelnie do ramy. Rolety zrobione są z tkaniny gęstej, impregnowanej pokostem, a w braku takowych używa się koce dobrze zmoczone płynami zobojętniającemi gazy.

Budowę schronów oblicza się tak, by na jedną osobę wypadło najmniej 1 m^3. powietrza, co da możność danemu osobnikowi przebyć około 1 godziny bez dopływu świeżego powietrza.

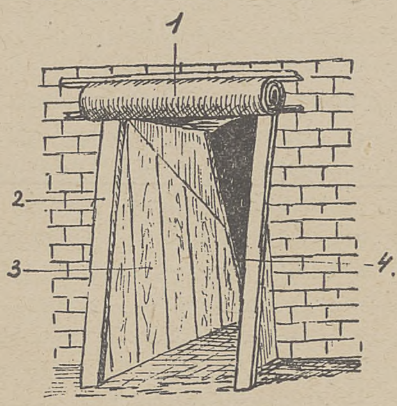
W miarę potrzeby dostarcza się powietrza do tych schronów kilkoma sposobami, a mianowicie:

1) przez zaopatrywanie schronów w cylindry z tlenem, lub ze sprężonym powietrzem pod ciśnieniem około 150 atmosfer. Ten sposób okazał się niepraktyczny ze względu na ograniczony czas działania zapasów tlenu czy też powietrza;

2) przez zaopatrywanie się w oxylit (nadtlenki sodu i potasu), z którego pod działaniem wody wywiązuje się tlen, a pozostały ług —

służy przy rozpylaniu do pochłaniania wydychanego w schronie CO_2. Przy obliczeniach okazało się, że 50,0 — oxylitu wytwarza taką ilość tlenu, która wystarcza na 15 minut dla jednego człowieka.

3) Sposób nieco skomplikowany, gdyż wymaga budowy specjalnych filtrów ziemnych, połączonych rynną ziemną ze schronem. Filtry są wypełnione ziemią ogrodową (roślinną) lub substancjami chemicznemi zobojętniającemi gazy. Filtry te przy pomocy wentylarów ssących dostarczają powietrza do schronów w takiej ilości, by ciśnienie wewnątrz schronu było nieco większe niż zewnątrz, a to



Wejście do schronu przeciwgazowego.

1 — Zewnętrzna roleta zwinięta
2 — Rama zewnętrzna
3 — Szalówka deskowa
4 — Rama wewnętrzna do rolety wewn

Rys. 22.

w tym celu, by nie dopuścić dopływu powietrza zatrutego przez szpary ziemi w schronie.

Filtry zewnętrzne ziemne budują się w następujący sposób: Kopie się dół głębokości ok. 70 cm. w niewielkiej odległości od schronu, w głębi tego dołu kopie się na schód drugi dół wewnętrzny, głębokości 40 — 50 cm. na który kładzie się siatkę drewnianą. Na siatkę nasypuje się ziemię ogrodową przesianą, do ziemi takiej można dodać od 1 — 2% nawozu. Ziemię mocno się ubija szczególnie na ściankach i schodzie rowu. Filtry takie są połączone ze schronem kanałem ziemnym, pokrytym deską i szczelnie zasypanym ziemią, który zaopatrzony jest na końcu w wentylator ssący powietrze, zzewnątrz.

Rozmiar filtrów i grubość warstwy ziemi na filtrze są zależne od wymiaru schronu i gatunku ziemi filtrującej. Jeśli schron ma pojemności 100 m^3., a ziemia roślinna zawiera około 2 — 4% części organicznych, wtedy dla schronu należy budować filtr o rozmiarach 4 m. × 2 m., a warstwa ziemi w filtrze powinna wynosić 50 — 60 cm. Dla lepszych gatunków ziemi ogrodowej, zawierającej 10 — 15% części organicznych filtr buduje się 2 × 2 m., grubość warstwy ziemi na filtrze powina być 35 — 50 cm. Filtry takie, sprawnie działające, dają do 300 litrów powietrza na 1 m^2. powierzchni filtra.

Filtry zaś chemiczne robione są w postaci 2 skrzyń, połączonych hermetycznie. Każda z nich o wysokości 1 mtr. i szerokości ½ metra. Wierzchnia skrzynia posiada 2 — 3 otwory dla dostępu powietrza, dolna — jeden połączony z wentylatorem. Wierzchnia część skrzyni zawiera wióry drzewne przepojone olejem antracenowym, druga oprócz wiórów, przepojonych węglanem sodu, zawiera węgiel drzewny, nasycony siarczanem miedzi, ziemią komusową i kilka warstw bawełny, specjalnie przepojonej substancjami chemicznemi.

Obliczenie pracy wentylatorów winno być tak uregulowane, by dawały 1 m^3. powietrza na godzinę dla każdego człowieka, tyleż na każdą świecę spaloną w schronie i ½ m^3. na każdy otwór.

W każdym schronie przewidzianym dla większej ilości osób mogą być porobione niewielkie podkopy, coś w rodzaju wgłębień, wzgl. korytarzyków, ze schodkiem zrobionym z ziemi zamiast ławek, gdyż każdą deskę, wgzl. belkę lepiej jest zużytkować na budowę samego schronu.

Poza tem w każdym schronie, jako skupieniu większej ilości ludzi, należy w bocznym korytarzu urządzić zamykaną ubikację w postaci głębokiego chociażby dołu.

Każdy schron winien być wyposażony w zapas wody i pewną część zaprowiantowania obliczoną na ilość osób. O ile mamy zamiar wyzyskać posiadane piwnice lub sutereny, należy przedewszystkiem dokładnie i dobrze uszczelnić wszelkie okna, drzwi, wentylatory i szczeliny.

Również każde mieszkanie dobrze uszczelnione może służyć jako tymczasowy schron, jednak należy się liczyć z tem, że przy eksplozji pocisków czy też bomb lotniczych, szyby w oknach wylecą, a impet powietrza, o ile bomba upadnie w pobliżu domu, wpędzi gaz bojowy do mieszkania, które w takim razie może okazać się pułapką na gaz, jako mniej przewiewne i gaz nawet lotny pozostanie w mieszkaniu przez czas dłuższy. W dużych miastach, gdzie wyzyskuje się omal, że nie każdy łokieć ziemi, śród domów piętrowych, tworzą się

jakby głębokie studnie, i gdy pocisk wzgl. nawet granat — padnie na takie podwórko, zabudowane ze wszystkich stron domami, szyby we wszystkich oknach wylecą, a całą przestrzeń studni - podwórka będzie przez czas dłuższy przesycona gazem, wobec braku przewiewu powietrza.

W celu uchronienia szyb przed słabszemi wybuchami dobrze jest zakleić je nakrzyż paskami papieru lub plastra lepkiego.

ZACHOWANIE SIĘ PRZED NAPADEM GAZOWYM.

O ile posterunki obserwacyjno - alarmowe doniosły, że nieprzyjaciel robi przygotowania do ataku gazowego, dowództwa czy też władze zarządzają tak zwane pogotowie gazowe. Wszyscy bez wyjątku zakładają i umieszczają maski w sposób przepisowy na pogotowie gazowe. Pogotowie takie może trwać całemi tygodniami, a to dla tego, by z chwilą alarmu „gaz", przyspieszyć nałożenie maski. Z chwilą zarządzenia pogotowia gazowego sprawdza się, sprzęt przeciwgazowy w schronach, sygnały, uszczelnienia schronu i posterunki przeciwgazowe. Konie i zwierzęta usuwa się do strefy 2-giej t. j. odległej o jakie 10 — 12 kilometr. od pierwszych linij. Broń i amunicję zabezpiecza się przez pokrycie olejem mineralnym i odpowiednio zabezpiecza się żywność.

ZACHOWANIE SIĘ PODCZAS NAPADU.

Z chwilą pierwszego alarmu „gaz", posterunki gazowe, stojące przy schronach, nałożywszy maski niezwłocznie alarmują osoby przebywające już w schronach. Załoga schronu nakłada maski i opuszcza schron, o ile tego wymaga służba, w schronie pozostają kobiety i dzieci.

Posterunek zamyka schron. Jego obowiązkiem jest wpuszczenie ludzi do schronu i on tylko ma prawo uchylać roletę. Dowódca odcinku względnie rejonu, po osobistem przekonaniu się o rodzaju napadu, alarmuje odcinki sąsiednie i strefę 2-gą. Zachowanie się podczas napadu winno być jak najspokojniejsze, należy unikać szybkich i gwałtownych ruchów. Wszelki pośpiech lub ucieczka powoduje panikę, a w biegu może zabraknąć tchu, co zmusi uciekającego do odruchowego zdjęcia maski.

Ponieważ po każdym gazowym ataku należy spodziewać się ataku piechoty, przeto główna uwaga winna być skierowaną w stronę nieprzyjaciela.

Gdy alazm „gaz“ został opóźniony, należy niezwłocznie zamknąć oczy i powstrzymać oddech, nałożyć maskę, poczem, przyciskając obu dłoniami maskę do twarzy, silnym wydechem zmusić zatrute powietrze do wyjścia z pod maski na zewnątrz. W razie uszkodzenia maski, można ratować się samym pochłaniaczem, zatrzymuje się wtedy oddech wykręca pochłaniacz i wkłada się szybko do ust, a drugą ręką zaciska się nos.

Z braku wszelkich środków przeciwgazowych, należy ratować się przy pomocy chustki, lub szmaty zmoczonej moczem, przykładając ją do ust i nosa. Częściowo też ochrania chustka wypełniona pulchną ziemią przyłożoną do ust i nosa, lub zanurzenie twarzy w pulchną ziemię i oddychanie w taki sposób.

Przy zmianach pochłaniacza, co się często może zdarzyć, należy powstrzymać oddech, wykręcić pochłaniacz stary, wkręcić nowy i zapomocą silnego wydechu usunąć powietrze z tak zwanej „przestrzeni szkodliwej“.

Do czynności posterunkowego wewnątrz schronu należy obsługa rolety wewnętrznej, zgaszenie ognia, o ile takowy się pali, neutralizacja gazów przy pomocy rozpylaczy, jak również regulacja dostarczania powietrza czy to z balonów, czy z oxylitu, czy też zapomocą wentylatorów.

ZACHOWANIE SIĘ PO NAPADZIE GAZOWYM.

Zasadniczo nie wolno zdjąć maski przeciwgazowej bez rozkazu. Rozkaz zdjęcia masek, wydaje dowódca czy też zwierzchnik po porozumieniu się z instruktorem gazowym. Zdejmuje się maskę bez rozkazu w tym wypadku, gdy po napadzie gazowym następuje atak piechoty nieprzyjacielskiej, która idzie bez masek do ataku.

Instruktor gazowy osobiście stwierdza nieobecność gazu; przeprowadzając 3 kolejne próby:

1) Tak zwana wzrokowa—nie zdejmując maski, instruktor gazowy obserwuje czy na terenie nie znajdują się obłoczki gazowe, bada zachowanie się zwierząt i ptactwa, w nocy zaś posługuje się latarką elektryczną lub rakietą świetlną.

2) Przez powonienie — instruktor gazowy uchyla brzeg maski i wdycha ostrożnie powietrze przez nos, przy zamkniętych ustach.

3) Przez silniejsze oddychanie po zdjęciu maski.

Po skończonym napadzie gazowym przystępuje się do oczyszczania schronów i terenu.

Przy oczyszczaniu terenów należy być stale w masce. Schrony

oczyszczają się przy pomocy rozłożonego ogniska w celu wywołania silnego ruchu powietrza, rozczynów alkalicznych i przewietrzania. O ile odcinek był ostrzeliwany iperytem, zachowuje się pewne ostrożności. Oczyszczanie terenu należy do oddziałów gazowo-dezynfekcyjnych, t. zwanych patroli odkażających, pod kierownictwem instruktora gazowego. Po przeprowadzeniu odkażenia załoga patrolu przeciwiperytowego winna być izolowana od reszty otoczenia conajmniej w ciągu 2—4 dni.

Prawdopodobnie w przyszłych wojnach przy zastosowaniu większej ilości iperytu lub innych podobnych płynów parzących, niejednokrotnie wypadnie ewakuować zajęte tereny, a oczyszczeniu będą podlegać tylko drogi strategiczne.

W przyszłej wojnie surowo winno być zakazane wyzyskiwanie jako osłony lejów po pociskach, albowiem przy zastosowaniu iperytu i podobnych gazów, najniebezpieczniejszym miejscem będą właśnie leje, parowy, jak również i zarośla.

Tereny zatrute iperytem winny być oznaczone białą taśmą z rozsypanego wapna i oznaczone tablicami z datą zaiperytowania takowych.

Zależnie od terenu i warunków atmosferycznych tereny mogą być niebezpieczne w przeciągu nawet kilku tygodni i dłużej.

Ubrania osobiste i ekwipunek po ataku iperytowym winne być odebrane i wydezynfekowane przez specjalne oddziały dezynfekcyjne gazowe. Poruszyliśmy tylko ogólnikowo niektóre ważniejsze kwestje obrony przeciwgazowej, szczegółowe zaś omówienie tych spraw zajęłoby zbyt wiele miejsca i czasu.

O obronie zbiorowej ludności cywilnej z czasu wojny światowej mamy bardzo skąpe dane gdyż prawie, że nie zachodziła konieczność stwarzania takowej.

W czasie wojny było zaledwie kilka wypadków zatrucia przyfrontowych miasteczek, które nie były ewakuowane. Najczęściej ludność cywilna sama opuszczała teren przyfrontowy wzgl. przymusowo była ewakuowana przez władze w głąb kraju. W czasie wojny światowej tylko armja frontowa i najbliższe obwody były przedmiotem napadów gazowych, które nieprzyjaciel usiłował zniszczyć i dlatego cała troska była skierowaną na indywidualną ochronę żołnierza, o ludność cywilną troszczono się mało.

Schrony budowane przez wojsko miały na celu umożliwienie żołnierzom chwilowego wypoczynku, spożycia posiłku, schronienia rannych, okazania pomocy rannym i zagazowanym. Ilość schronów i ich rodzaj określał najczęściej dowódca jednostki, nie niżej niż do-

wódca dywizji. O budowie dużych schronów dla całych odziałów mowy być nie mogło, ponieważ żołnierz walczący stale pozostawał na linji frontu i był zaopatrzony w dobrą maskę.

*

* *

Tak było w czasie ubiegłej wojny, gdy lotnictwo nie było wyzyskane dla przenoszenia bomb chemicznych wgłąb terenu nieprzyjaciela, cała uwaga była skoncentrowana na linję frontu i na najbliższe odwody.

Dziś pogląd na te sprawy zmienił się i zmienia się taktyka walki; nieprzyjaciel w przyszłości nie ograniczy się tylko do linji frontu i odwodów, będzie dążył do zniszczenia nietylko dalszych odwodów, sięgnie on jak najdalej w głąb kraju w celu niszczenia przemysłu, szerzenia paniki, sparaliżowania mobilizacji, zniszczenia zapasów amunicji, żywności, niszczenia dróg komunikacji, mostów kolejowych, taborów, naogół wszystkiego co pracuje nie tylko dla wojska i frontu, ale i dla ludności cywilnej kraju. Dążenia wroga będą skierowane do zniszczenia zasobów, do wyczerpania fizycznego i moralnego całego społeczeństwa. Wobec tego w przyszłych wojnach trudno będzie określić, gdzie kończą się linje frontu i gdzie zaczyna się pas pozafrontowy.

Narazie możemy powiedzieć, że wobec postępu i rozwoju lotnictwa, linja frontu kończy się tam, gdzie kończy się zasięg nieprzyjacielskiego samolotu.

Ponieważ żadne Państwo nie jest w stanie zaopatrzyć całą ludność w maski przeciwgazowe, przeto należy organizować t. zw. obronę zbiorową ludności cywilnej, i budowę schronów.

Niewiadomo jakie gazy w przyszłości może stosować nieprzyjaciel, czy krótkotrwałe—lotne, czy długotrwałe, przeto liczyć się należy z tem i budować schrony z obliczeniem na przebywanie w nich ludności cywilnej przez czas dłuższy. W przyszłej wojnie broń chemiczna będzie stosowana na szeroką skalę, przeto obrona ludności cywilnej u nas w kraju winna być traktowaną nie mniej poważnie jak w wojsku, albowiem stan i duch moralny wewnątrz kraju odbija się na linji frontu. Dezorganizacja, panika, upadek ducha, wstrząśnienia moralne wewnątrz kraju, niezwłocznie dadzą się odczuć i na froncie.

O ile w wojsku wykłady o obronie przeciwgazowej i ćwiczenia przeprowadzają instruktorzy i oficerowie gazowi, takież wykłady i ćwiczenia z ludnością cywilną winni przeprowadzać instruktorzy gazowi, aptekarze, lekarze, nauczyciele, osoby duchowne i in. Po-

uczanie o obronie przeciwgazowej ludności cywilnej winno być przymusowe. W wykładach tych należy pouczać o obronie indywidualnej i zbiorowej, przedstawiając całą zgrozę niebezpieczeństwa, jednak z drugiej strony należy wzbudzić zaufanie do sprzętu i metod obrony o czem łatwo można przekonać społeczeństwo przy praktycznych ćwiczeniach.

Rzecz prosta, że zaopatrzyć całą ludność w maski przeciwgazowe, nawet na terenach przyfrontowych, nam się nie uda. Wobec tego należałoby ludność cywilną ewakuować co najmniej o jakie 20—25 kilometrów od linji frontowej i na tem sprawa obrony osób cywilnych pasu przyfrontowego zdawałoby się, że zostanie rozwiązana. Jeśli natomiast przyjmiemy pod uwagę, że właśnie w tych miejscach będą koncentrować się wielkie tabory, odwody, zapasy żywności, to jest objekty, na które będą polować nieprzyjacielskie samoloty, taka ewakuacja jeszcze więcej może skomplikuje całą sprawę obrony ludności cywilnej. Bardzo ważnem jest zorganizowanie obrony przeciwgazowej we wszystkich punktach przemysłowych w każdej fabryce, albowiem w czasie wojny cały niemal przemysł krajowy, począwszy od zakładu kołodziejskiego i kończąc na zakładach elektrotechnicznych, będzie zmuszony pracować na obronę państwa, a takie objekty będą przynętą dla wroga, by je zrujnować, zatruć lub też chociaż na pewien czas unieruchomić. We Francji dowództwa wojskowe odkomenderowały instruktorów gazowych, celem szerzenia wiedzy obrony przeciwgazowej wśród mieszkańców miast i wiosek. W pasach przyfrontowych ludność cywilna była wyposażona w maski przeciwgazowe typu M_2, które stale nosiła przy sobie, umiała konserwować i obchodzić się z niemi. Księża w kościele podczas kazań wychodzili na ambonę, mając maskę zawieszoną przez ramię i po kazaniu pouczali i przypominali, jak należy zachować się wobec napadu gazowego, co należy czynić, jak odkażać zatrute domy, schrony i t. p. Nauczyciele podczas wykładów w szkołach też przypominali i ćwiczyli dzieci, jak mają się obchodzić z maskami. Każdy funkcjonarjusz i urzędnik państwowy winien był przy spełnianiu swoich obowiązków mieć maskę zawieszoną przez ramię; opierających się tym zarządzeniom urzędników zwalniano ze stanowisk. W każdej wsi były urządzone schrony przeciwgazowe i organizowana służba alarmowo-gazowa.

O obronie przeciwgazowej ludności cywilnej u nas w kraju mało się mówi; jest ona w powijakach. Społeczeństwo nie zdaje sobie sprawy z niebezpieczeństwa przyszłej wojny gazowej i jeszcze do dziś dnia widocznie myśli, że chroniąc się w głąb kraju z chwilą wy-

buchu wojny, będzie tam się czuć spokojną, a nie wie, że w malutkiej wiosce przy froncie można być pewniejszym, swego życia aniželi w dużych centrach na tyłach. Czas upływa, a uświadomienie ludności nie posuwa się naprzód; należy zainteresować i pouczyć inteligentniejsze sfery prowincji, by one podjęły się uświadomienia w tej dziedzinie mieszkańców wsi, miasteczek, osad i miast.

ODKAŻANIE TERENU.

Z rozdziału chemji gazów bojowych wiemy, że gazy pod względem zachowania się w terenie dzielą się na: gazy lotne, średniolotne i t. zw. trwałe, czyli o własnościach długiego zachowania się w terenie, do tej ostatniej grupy zaliczamy iperyt i inne gazy tej grupy jak to: luizyt, cedenit i inne.

Nieraz może się wyłonić konieczność oczyszczenia czyli odkażenia terenu, wzgl. drogi, ulicy, placu — uczęszczanych przez ludzi. Konieczność ta wyłoni się tylko wtedy, gdy teren zostanie zagazowany gazem trudnolotnym czyli, jak nazywamy, trwałym, t. j. iperytem wzgl. innemi gazami tej grupy.

Tereny zagazowane gazami łatwolotnemi lub średniolotnemi nie będą wymagały odkażania, gdyż sama natura tych gazów t. j. własności fizyczno - chemiczne świadczą, że będą one rozwiane przez wiatr i prądy powietrzne.

Celem odkażania terenów, organizują się t. zw. drużyny odkażające, w skład drużyn wchodzi 10 osób.

Drużyna dzieli się na 2 patrole, a mianowicie patrol przeprowadzający samo odkażanie i patrol pomocniczy.

Drużyna posiada dowódcę który obejmuje kierownictwo i komendę nad całą drużyną, dowódcą takim winien być instruktor gazowy. Cała drużyna powinna być wyposażoną w odpowiedni sprzęt i ubrania.

Właściwy patrol odkażający musi być wyposażony w kostjumy przeciwiperytowe t. zw. kombinezony z kapturem, poza tem winien posiadać maski, buty, czyli saboty i rękawice. Patrol pomocniczy może być wyposażony w kostjumy tz. dezynfektorskie, również winien mieć maski, saboty, kaptur na głowę i rękawice. Co do sprzętu drużyna winna być wyposażoną w szpadle, grabie, rozpylacze, wiadra, szczotki, miotły, skrzynie na przenoszenie wapna, pędzle malarskie, szare mydło, naftę wzgl. benzynę, miękkie szmaty i podchloryn wapnia.

CZYNNOŚCI DRUŻYNY.

Przed wyjściem w teren drużyna ubiera się w kostjumy i przygotowuje t. zw. podstawę wyjściową, czyli miejsce, gdzie po powrocie sama ma być odkażaną.

Dla tego wyznacza się pewne miejsce w postaci czworoboku i to z takiem obliczeniem, by po powrocie cała drużyna mogła się tam zmieścić i wykonywać pewne czynności. Granice podstawy wyjściowej oznacza się rozsypując wapno chlorowane, następnie w samym czworoboku podstawy wyjściowej wyznacza się 4 mniejsze kwadraty, które numeruje się od 1 — 4; przy każdym takim mniejszym kwadracie kopie się dół do którego robi się ściek.

Na podstawie wyjściowej przygotowuje się rzadką breję z wapna chlorowanego i wody, rozczyn wapna w wodzie do rozpylacza, jak również rozczyn mydła szarego w wodzie. Cały mniejszy kwadrat oznaczony Nr. 1. wysypuje się wapnem chlorowanem. Do obowiązku dowódcy drużyny należy skontrolować nałożone ubranie i przygotowanie wszystkich niezbędnych rozczynów; dopiero po tych czynnościach wyrusza drużyna. Na czele drużyny kroczy dowódca, cała drużyna z zabranym sprzętem idzie gęsiego. Należy podchodzić do terenu zawsze od strony nawietrznej, a to dla tego, że gdy dowódca nie widzi lejów wzgl. plam iperytowych może przez lekkie usunięcie brzegu maski i powonienie określić kierunek. Przy dojściu do leja, dowódca zatrzymuje patrol, określa promień rozrzutu pocisku, przyczem winien uwzględnić kierunek wiatru, gdyż w tym miejscu rozrzut unoszony przez wiatr zakaził większą część terenu. Po tych czynnościach drużyna przygotowuje t. zw. podejście do leja i kałuży iperytowej, czy kałuży z innego gazu. W tym celu promień rozrzutu pocisku zasypuje się wapnem chlorowanem wachlarzowato t. j. nabiera się na szpadel wapna, szpadel nieco się przechyla na bok, zniża się do ziemi i silnem rzutem z prawa na lewo czy z lewa na prawo opisuje się łuk, wtedy wapno równomiernie rozsypuje się po ziemi. Chodzi bowiem o to, by teren był zasypany równomiernie i ekonomicznie, gdyż drużyna może zabrać tylko tyle wapna, ile go może udźwignąć (w skrzyni na noszach) 2-ch ludzi.

Po przygotowaniu podejścia kopie się obok leja duży dół, w który wsypuje się ziemię wybraną z leja t. z. samą kałużę.

Nadmiarem ziemi wykopanej zasypuje się dół, a resztą—zasypuje się wykopany lej, jedno i drugie miejsce zasypuje się wapnem. Po wykonaniu tych czynności, cały teren zasypany wapnem celem dokładniejszego wymieszania — zagrabia się grabiami.

O ile w pobliżu są drzewa wzgl. jakiekolwiek zabudowania — należy pokryć je gęstą breją z wapna chlorowanego, co się wykonuje zapomocą szerokich pędzli malarskich. Po wykonaniu tych czynności drużyna wraca do swej podstawy wyjściowej, przechodząc kolejno wszystkie 4 punkty oznaczone od 1 — 4. Na kwadracie Nr. 1, gdzie jest rozsypane wapno chlorowane, dokładnie oczyszcza się obuwie, następnie przechodzi się do kwadratu Nr. 2, gdzie oczyszcza się samo ubranie, zmywając je przez szczotkowanie breją, która spływa ściekiem do wykopanego dołu.

Przy kwadracie Nr. 3, cały człowiek jeszcze ubrany w kosjum przeciwgazowy — opłókuje się zapomocą rozpylaczy rozczynem chlorku wapna, przy kwadracie Nr. 4, opłókuje się rozczynem wodno-mydlanym i dopiero rozbiera się*). Ręce wyciera w szmaty zmoczone naftą wzgl. benzyną, które również zakopuje się do ziemi, a ścieki i doły przy punktach odkażania — zasypuje się ziemią.

Wskazanem jest by drużyna odkażająca po wykonywaniu swych czynności była izolowaną przez 10 — 12 godzin. Ubrania drużyny po dokonaniu odkażania myje się szczotkami wodnym rozczynem mydła, poczem suszy się je w miejscu przewiewnym.

OBRONA ZWIERZĄT.

Co się tyczy obrony zwierząt, to należy zaznaczyć, że pomyślano o tem dopiero na początku 1917 r. wtedy gdy na szerszą skalę zaczęto stosować dalekonośne pociski gazowe.

Dla ochrony koni i psów sporządzono specjalne maski; gołębie zaś pocztowe izolowano w specjalnych skrzyniach, zaopatrzonych w zwykłe pochłaniacze masek ludzkich typu ARS. Pierwsza ochrona, prymitywna, dla koni od ataków falowych polegała na tem, że nakładano koniom dwa zwykłe worki, przestrzeń między workami wypełniono sianem, słomą lub trocinami suto zroszonemi wodą lub rozczynem sody.

Dalszy rozwój w ulepszeniu masek końskich postępował dość powoli i znamy zaledwie kilka ich typów.

Wychodząc z założenia, że koń oddycha tylko nozdrzami, skonstruowano maskę ochraniającą tylko nozdrza; dolna część maski znajdowała się w pysku konia, ażeby ochronić ją od przegryzania, zaopatrzoną była w grubą blachę. Warstwy tkaniny maski były przesycone roztworem urotropiny i węglanu potasu.

Początkowo projektowano spreparować końską maskę na wzór

*) Ubranie zdejmuje się w następ. kolejności: rękawice, kaptur, maska, kombinezon i wreszcie buty.

ludzkiej t. j. z pochłaniaczem, uwzględniając znaczną ilość wdychanego powietrza przez konia (30—45 lit. na minutę w czasie spokoju, a przy pracy od 300—500 litr.), pochłaniacz taki musiałby być znacznej wielkości.

Ochrona koni na froncie ma bardzo ważne znaczenie, ponieważ z chwilą masowego zatrucia może nastąpić przerwa dowozu amunicji, broni, furażu, żywności i t. p.

PIERWSZE OBJAWY I PIERWSZA POMOC PRZY ZATRUCIACH GAZOWYCH.

Nie chcąc wkraczać w kompetencje lekarzy przy omawianiu toksycznego i fizjologicznego działania gazów bojowych, pozostawiamy im szersze i szczegółowe omówienie tej sprawy, poruszymy tylko niektóre szczegóły z wspomnianej dziedziny, o których każdy instruktor gazowy oraz interesujący się tą sprawą obywatel wiedzieć powinien.

Przedtem, zanim przystąpimy do omówienia toksyczności poszczególnych grup gazów, właściwem będzie zaznaczyć w krótkich słowach, że toksyczność jest zależna od chemicznej budowy substancyj trujących.

Jako zasadę przyjąć musimy, że: toksyczność gazów bojowych wzrasta wraz z ciężarem cząsteczkowym substancyj trujących.

Potęgują toksyczność — chlorowce, gdy wchodząc w reakcję, zamieniają wodory, jak również grupy NO_2 i NO, gdy te ostatnie są związane z cyjanem.

Grupy SO_3, SO_2, CS_2 potęgują toksyczność, lecz w stopniu nieco słabszym.

Toksyczność wzrasta często w zależności od ugrupowania chlorowców przy rodnikach.

Jako przykład rozpatrzmy:

bromek benzylu — $C_6H_5CH_2Br$
i para bromo-toluol — $C_6H_4Br\ CH_3$.

W pierwszym wypadku chlorowiec jest zgrupowany w bocznym łańcuchu, w drugim zaś ugrupowanie jest w rdzeniu.

O ile bromek benzylu należy do środków drażniących, to para bromo - toluol - jest środkiem wybitnie trującym, porażającym układ nerwowy.

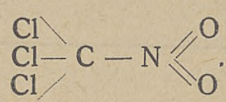
Błędnem byłoby przypuszczenie, gdybyśmy badając organizmy zatrute gazami, szukali gazów w pierwotnem ich stanie. Gazy bowiem pochłonięte przez żywy organizm ulegają prawie niezwłocznie, jeśli

nie całkowitej hydrolizie, to wchodzą w połączenie z krwią i innemi substancjami organizmu. Dla przykładu rozpatrzymy chlor, jako taki i niektóre gazy zawierające chlor.

1) Chlor w połączeniu z wodą daje chlorowodór i kwas podchlorawy $Cl_2 + H_2O = HClO + HCl$, który jako bardzo nietrwały rozpada się na HCl i O.

2) Takaż reakcja zachodzi z fosgenem $COCl_2$, który z wodą hydrolizuje na dwutlenek węgla CO_2, usuwany z płuc przy wydechu ($COCl_2 + H_2O = CO_2 + 2HCl$), a HCl pozostaje w płucach.

3) Jako trzeci przykład przytoczymy więcej skomplikowany produkt, mianowicie Chloropikrynę CCl_3NO_2, w której węgiel, jak widać z strukturalnego wzoru, jest czterowartościowy.



. Laboratoryjnym sposobem nie udałoby się wydzielić wolnego chloru, lecz w organiźmie ludzkim, tym zawiłym i precyzyjnym aparacie chemicznym, wskutek wielu nieznanych nam jeszcze reakcyj, hydroliza ta powstaje, choć z własności chemicznych chloropikryny wiemy, że chloropikryna z wodą nie reaguje wcale, w wodzie się nie rozpuszcza, z KOH na zimno też nie reaguje, na gorąco zaś bardzo słabo, stężone kwasy nieorganiczne i ługi w temperaturze zwykłej na nią nie działają. Znamy jedną charakterystyczną reakcję na chloropikrynę, a mianowicie — wodny rozczyn siarczynu sodowego (Na_2SO_3), z którym chloropikryna reaguje. Zapomocą tej reakcji możemy dokładnie określić ilościowo chloropikrynę $CCl_3NO_2 + 3Na_2SO_3 + H_2O = CHNO_2(SO_3Na)_2 + 3NaCl + NaHSO_4$. — Znacznie szybciej przybiega ta reakcja o ile zostanie użyty wodno-spirytusowy rozczyn siarczynu sodowego.

4) Jako dalszy przykład przytoczymy dwufosgen, czyli chloromrówczan trójchloro-metylu, tak zwany perstroff-perpalit $C_2O_2Cl_4$ ($ClCOOCCl_3$), który, na pozór zdawałoby się jest zpolimeryzowanym fosgenem. Lecz wzór strukturalny dwufosgenu niema nic wspólnego z fosgenem (Cl—CO—O—CCl_3). Natomiast w żywym organiźmie dwufosgen bardzo łatwo rozpada się na 2 cząsteczki fosgenu, które in statu nascendi działają silniej od fosgenu. Dwufosgen jest mniej lotnym, więc dłużej trzyma się na terenie i pod względem napastliwości jest znacznie groźniejszy.

Takiej częściowej hydrolizie w organizmie ulega również **iperyt czyli dwuchloroaetyleno-sulfina**

$$\begin{matrix} ClCH_2 = CH_2 \\ ClCH_2 = CH_2 \end{matrix} > S.$$ Iperyt jest to ciecz oleista o zabarwieniu od jasnokanarkowego do ciemnobrunatnego, przyczem należy zaznaczyć, że ciemniejszy iperyt jest więcej napastliwy. Nie należy on do gazów łatwolotnych, i w zależności od terenu na jakim jest rozlany, trwa całe tygodnie. Paruje powoli pod działaniem ciepła i promieni słonecznych. Hydrolizuje tylko częściowo, a to z tego powodu, że przy hydrolizie zachodzi reakcja odwracalna. Wytwarza się przy tem tioglikol i kwas solny, który powstrzymuje dalszą hydrolizę

$$\begin{matrix} ClCH_2 - CH_2 \\ ClCH_2 - CH_2 \end{matrix} > S + 2\,H_2O = \begin{matrix} OHCH_2 - CH_2 \\ OHCH_2 - CH_2 \end{matrix} > S + 2HCl$$

Jak widzimy, wszystkie przytoczone powyżej gazy ulegają hydrolizie w większym lub mniejszym stopniu, dając prócz kwasu solnego inne produkty, które w ten lub inny sposób mogą wywierać wpływ na procesy, patalogiczne, a ponieważ prawie do 90% gazów bojowych, wchodzi chlor, do niektórych zaś brom i jod, wobec tego możemy twierdzić, że wszystkie gazy bojowe ulegają hydrolizie, jeśli nie kompletnej, to częściowej.

C i e k a w e m z j a w i s k i e m j e s t t o, ż e w y ż e j p r z y t o c z o n y f o s g e n $COCl_2$ d a j e n i e j e d n a k o w e o b j a w y z a t r u c i a: n a j e d n y c h o n d z i a ł a j a k o g a z t y p o w y d u s z ą c y, n a i n n y c h z a ś z n o w u d z i a ł a j a k o g a z t r u j ą c y. Znane są wypadki z wojny światowej, że żołnierze zatruci fosgenem ze wszystkiemi charakterystycznemi objawami gazu duszącego, po upływie kilku godzin, a nieraz kilku dni, czuli się zupełnie dobrze i byli wypisywani ze szpitali, lecz nie zdołali ujść pół kilometra, jak padali trupem na miejscu.

Należałoby widocznie przypuszczać, że nawet tak nieznaczny wysiłek pracy osłabionego po zatruciu serca, był zbyt forsownym w danym wypadku.

Natomiast u innych przebieg zatrucia przechodził znacznie wolniej, dawał cały szereg objawów chorób płucnych i zmian krwi. Dokładne działanie fosgenu na żywe organizmy do dziś dnia nie jest jeszcze zbadane.

U psów zatrutych fosgenem obserwowano przeważnie objawy powikłań mózgowych, a natomiast żadnych zmian płucnych i zmian krwi nie obserwowano, u ludzi zaś odwrotnie, obserwowano przeważnie zmianę w krwi i cały szereg objawów zmian płucnych. Nie mając tu możności chociaż pobieżnie opisać własności ważniejszych

gazów bojowych, przytoczymy niektóre tylko ważniejsze, charakteryzujące pewne grupy.

Ogólnikowo zaznaczymy, że trudno byłoby ściśle posegregować gazy bojowe na specjalne grupy co do ich działań fizjologicznych, gdyż niektóre z nich jednocześnie działają, jako gazy dusząco-drażniące, dusząco-trujące, trująco-drażniące i drażniąco-łzawiące, niektóre działają jako gwałtownie trujące, niektóre znów jako silnie żrące i żrąco-trujące, a niektóre wywołują wymioty i są jednocześnie z tem trująco-duszące.

Jednak już poprzednio umówiliśmy się co do podziału ich na grupy, więc w takiej kolejności o każdej z tych grup powiemy słów parę. Ponieważ przebieg i objawy każdego zatrucia są zależne od ilości pochłoniętej trucizny i od stanu zdrowia zatrutej osoby, więc porażenia takie mogą być cięższe lub lżejsze, wobec tego należałoby zatrucia podzielić na 3 grupy: 1) przebieg zatrucia lekki, 2) przebieg zatrucia ciężki, 3) przebieg zatrucia gwałtowny.

Najważniejszym dla nas, przypuszczać należy, będzie przebieg zatrucia ciężkiego, ponieważ przebieg zatrucia gwałtownego jest tak szybki, że chorego nie zdążymy nawet wynieść ze strefy zatrutej, objawy takie mogą mieć miejsce przy silnej koncentracji gazów duszących, gdy następuje zahamowanie odruchu oddechowego z powodu pochłonięcia znacznej ilości gazów duszących.

GAZY DUSZĄCE.

Pierwsze objawy zatrucia występują, jako podrażnienie gardła, a nieraz i oczu (w zależności od rodzaju gazu), proces oddychania jest utrudniony, kłucie w piersiach, mięśnie słabną, występuje zimny pot, następnie osłabienie. Człowiek nie może stać, opuszcza się na ziemię, przytomności umysłu jednak nie traci, dalej występuje ostry i silny kaszel, często powodujący wymioty.

O ile choremu nałoży się maskę, co zabezpieczy go od dopływu gazów duszących, objawy dusznicy i kaszel stopniowo ustępują; taki chory winien być ewakuowany do szpitala. Najczęściej przy takich zatruciach powstają wszelkie komplikacje płucne, a nieraz tak zwane samozatopienie się płuc (Apoplexia pulmonum serosa), która powstaje z powodu zhydrolizowania się chlorowcopochodnych w płucach na kwas solny, co wywołuje kolosalne wydzielenie się płynów surowicznych, które to zalewają całkowicie płuca. U chorych daje się zauważyć wydzielanie się piany z ust, zabarwionej na różowo. Chory oddycha powierzchniowo, ruchy klatki piersiowej są ograniczone, kaszel

napadowy. Tętno z początku zwolnione, potem częstsze, dochodzi niejednokrotnie do 120 — 140; po ułożeniu chorego do łóżka tętno winno spaść do 60. O ile po ułożeniu i względnem uspokojeniu się chorego, tętno pozostaje nadal przyśpieszone wyżej nad 100, życie takiego chorego jest poważnie zagrożone.

Charakterystyczną przy zatruciu gazami duszącemi jest sinica (sine wargi) bladość twarzy, chłodne kończyny. Wymioty zjawiają się najczęściej przy chloropikrynie i sprawiają pewną ulgę. U zatrutych obserwuje się zatrzymanie moczu, głównie w pierwszej połowie doby. Temperatura jest podniesiona, a kwestja życia lub śmierci rozstrzyga się w przeciągu 3-ch dni.

Pierwsza pomoc, której należy udzielić zatrutemu gazami duszącemi, polega na wyniesieniu go z zatrutej atmosfery. Ewakuacja winna się odbywać w pozycji leżącej. W takiejże pozycji zaleca się i przeprowadzać badanie chorego. O ile warunki pozwalają, należy z chorego zdjąć ubranie przesycone gazem duszącym. Zaleca się chorym kompletny spokój. Przy okazaniu pierwszej pomocy zaleca się stary środek, mianowicie puszczenie krwi, które można przeprowadzić na każdem miejscu, nawet w polu; ilość puszczonej krwi winna wahać się od 250,0 — 500,0. Przed puszczeniem krwi zaleca się zastrzyk podskórny z kofeiny.

Wzamian wypuszczonej krwi, nie zaleca się robić zastrzyków z rozczynu soli fizjologicznej, który rozcieńcza krew i przy obrzęku płuc sprzyja do powstania Apoplexia pulmonum serosa.

Przy silnych objawach duszności upust krwi powtarza się. O ile u osób z wielką sinicą nie da się, pomimo kilkakrotnych prób przeprowadzić upustu niezbędnej ilości krwi, w takim wypadku należy postawić na plecach cięte bańki w ilości 12 — 15 sztuk. Co do **tlenu, który tak często zalecają stosować,** to należy odnosić się doń z pewną ostrożnością; najlepiej jest podawać tlen z dopływem świeżego powietrza i to pod słabem ciśnieniem, albowiem czysty **tlen** działa zbyt silnie, **podrażnia obrzęknięte płuca,** a takowe z trudem przepuszczają go. Wdychanie czystego tlenu, pod silnem ciśnieniem przy obrzęku płuc, może spowodować nawet nagłą śmierć. Przy okazaniu pomocy chorego układa się w pozycji, w której jest mu najdogodniej, pościel winna być ogrzaną, przy silnych napadach kaszlu zaleca się użycie wewnątrz kilku kropi eteru, anodyn lub Tinct. Valerianae aether. Czasem, celem podtrzymania działania przepony

brzusznej, naznacza się emetyk ipecacuana w proszku z ciepłą wodą (dawka od 0,5 do 1,0 parokrotnie powtarzana lub słaby rozczyn Cuprum sulfuricum). Przed zastosowaniem emetyku należy baczyć, czy serce nie jest osłabione. Co do innych środków, to stosuje się leki podtrzymujące działanie serca—podskórne zastrzyki 10% olejku kamforowego, kafeinę, strychninę. Na kaszel zaleca się: Pul. Dover. z kodeiną i t. p.

Do grupy gazów duszących zaliczamy jako najważniejsze: Chlor, Brom, Jod, Fosgen $COCl_2$, Dwufosgen $O_2C_2Cl_4$, Chloromrówczan chlorometylu $ClCOOCH_2Cl$, Bromethyloketon $CH_2COCH_2BrCH_3$, Bromaceton CH_3COCH_2Br, Chloropikrynę CCl_3NO_2, Chlorocaceton CH_3COCH_2Cl i inne.

GAZY DRAŻNIĄCE.

Zkolei przejdziemy do omówienia grupy gazów drażniących. Tę grupę podzielimy na 2 podgrupy a) gazy łzawiące (lakrymatory, b) gazy, wywołujące kichanie (sternity).

Do grupy łzawiących lakrymatorów (lakrymogenów) zaliczamy bromek ksylilu, $C_6H_4CH_3CH_2$ Br., bromek benzylu $C_6H_5CH_2$ Br., jodek benzylu $C_6H_5CH_2J$, jodek ksylilu $C_6H_4CH_3CH_2J$, cyjanek bromobenzylu $C_6H_5CHBrCN$, bromooctan etylu $CH_2BrCOOC_2H_5$ — jodooctan $CH2JCOOC_2H_5$, chloroaceton CH_3COCH_2CL, — Chlorek benzylu $C_6H^5CH_2CL$, jak również gazy wspomniane w poprzedniej grupie gazów duszących, — jak nprz chloropikryna NO_2CCl_3, bromoaceton $CH_3COCH_2Br.$, w słabych koncentracjach działają jako lakrymatory. Wszystkie zaś wyżej wymienione gazy łzawiące działają przedewszystkiem na oczy. Porażony temi gazami czuje dotkliwe kłucie i palenie, następuje przekrwienie spojówek, chory zamyka oczy i jest bezradny. W niektórych wypadkach, jak nprz. przy podrażnieniu chloropikryną, spływające łzy są czynnikiem osłabiającym działanie chloropikryny; natomiast przy porażeniu bromkiem benzylu łzy potęgują działanie, poczem może nastąpić zapalenie spojówek.

Jak zaznaczyliśmy poprzednio, stopień zatrucia jest zależny od ilości gazu, który trafia do organizmu; tak samo i przy gazach łzawiących, przy silnej koncentracji, wdychanie ich może wywołać pewne komplikacje w postaci zapalenia tchawicy, przekrwienia naczyń i t. p.

Do drugiej podgrupy gazów drażniących zaliczamy **gazy wywołujące kichanie,** należą do nich tak zwane sternity:

Dwuchloroetyloarsina $C_2H_5AsCL_2$.

Dwubromoetyloarsina $C_2H_5As\ Br_2$.
Cyjanodwufenyloarsina $(C_6H_5)_2\ AsCN$.
Etylokarbazol $(C_6H_4)_2 = N — C_2H_5$.
Eter dwubromometylowy $CH_2Br.OCH_3Br$.
Dwuchlorofenyloarsina $C_6H_5AsCl_2$ i inne.

Wszystkie wymienione środki, pomimo silnego podrażnienia nosa, oprócz nieprzerwanego kichania, wywołują jednocześnie silne łzawienie.

Poza tem chory odczuwa silny ból głowy, skarży się na ból w skroniach; dolegliwości te po usunięciu zatrutego z pola, po kilku godzinach mijają. Przy dłuższem przebywaniu w atmosferze tych gazów, w skład których, jak widzimy, wchodzi arszenik i cyjan, może nastąpić ogólne zatrucie organizmu; w takim razie daje się środki wymiotne i środki przeczyszczające. Podrażnienie zaś oczu znieczula się paru kroplami 2% wodnego rozczynu nowocainy albo przemywa się oczy rozczynem 2% boraksu lub sody.

Niekiedy możemy się spotkać z przykremi i dość bolesnemi objawami, a mianowicie ze skurczem mięśni tęczówki, co w skutku może spowodować zwężenie źrenicy. W takich wypadkach, z polecenia lekarza, można wpuścić do oka 1—2 krople wodnego rozczynu siarczanu atropiny. Ponieważ chorzy przy silnem podrażnieniu oczu reagują na silne światło dzienne (odczuwają tak zwany światłowstręt), lokale w których są chorzy, należy przyciemniać, zasłaniając okna ciemną firanką, względnie kocami albo okiennicami.

Z całego szeregu lakrymatorów najczęściej stosowane były następujące substancje, koncentracja których na litr powietrza stwarzała warunki nie do zniesienia.

Bromocyjan benzylu 3/10000 g na litr pow.

80% Bromaceton i 20% chloroaceton	12/10000	g na litr
Iodoetyloaceton	14/10000	"
Bromoaceton	15/10000	"
Bromek ksylylu	18/10000	"
Bromek benzylu	40/10000	"
Bromoketon	10/1000	"
Chloroaceton	18/1000	"
Chloropikryna	19/1000	"

Na zakończenie o lakrymatorach należy zaznaczyć, że działają one w minimalnych dozach, więc termin tak zwany incubacyjny jest dłuższy, im słabszą jest koncentracja.

Oko nasze jest nader czułym organem, który ulega w pierwszym rzędzie podrażnieniu przy walce gazowej, więc lakrymatory działają nań dość szybko i nieraz tak nieznaczna napozór domieszka w atmosferze, jak np. 3/10000 g cyjanobromku benzylu na litr powietrza, stwarza atmosferę nieznośną i żołnierz jest zmuszony nakładać maskę na czas dłuższy.

Lakrymatory działają na woreczek spojówki i na rogówkę, w której są skoncentrowane kończyny nerwów.

Jak sama nazwa lakrymatorów wskazuje, są one zdolne wywoływać łzawienie, a ponieważ łzy zbierają się w kanałach, połączonych z nosem (jako dowód może służyć fakt, że przy płaczu zwiększa się wydzielina z nosa), przeto śmiało rzec możemy, że każdy lakrymator może wywołać i kichanie, albowiem dolna część jamy nosowej jest unerwiona odgałęzieniem nerwu trójdzielnego.

O ile lakrymatory w słabych koncentracjach wywołują tylko łzawienie, to przy silnych koncentracjach mogą wywołać poważne zatrucia, najlepszym przykładem tego może służyć chloropikryna. Wskutek silnego podrażnienia oka rogówka mętnieje, pokrywa się zmartwiałym nadbłonkiem, krwionośne naczynia zaczynają wrastać w rogówkę, tworzy się nieprzezroczysta biała blizna (bielmo). Przy silniejszych podrażnieniach może powstać ropny conjuctivit, dochodzący do tęczówki i wywiązuje się ophtalmitis, który jest prawie że nieuleczalny.

W skład większej części lakrymatorów wchodził brom, to też podczas wojny zapotrzebowanie na brom znacznie wzrosło. Przed wojną sposób fabrykacji bromu był kosztowny i mało wydajny, więc zaczęto poszukiwać nowych źródeł bromu. Wreszcie znaleziono je w solankach podziemnych w północnej Ameryce (Ohio Wirginia, w okolicy Mindlanda, w Miczigianie), gdzie podczas wojny wybudowano około 20 studni, z produkcją około 700.000 funt. bromu rocznie. Do odpędzania bromu z ługu zastosowano wieże Kubierskiego z lawy lub z granitu.

Z powodu braku bromu, Niemcy zastąpili go bromoacetometyloetyloketonem, Francuzi natomiast stosowali bromometyloetyloketon pod nazwą „Homomartonite".

Podczas wojny używano nieraz mieszaninę lakrymatorów, któremi napełniano pociski, czy też granaty ręczne. Tak np. Niemcy używali mieszaninę z bromku benzylu i bromku ksylilu pod nazwą „T-stoff", a mieszaninę bromoacetonu 12%, bromku ksylilu 88% nazwano „zielonym T-stoff".

Mieszaniny „T-stoff" mogą być wykryte przez powonienie przy

koncentracji 1 : 100 miljonów części powietrza, a koncentracja 1 : 100.000 wywołuje nader silne łzawienie i chociaż wspomniane mieszaniny nie są trujące, jednak francuskie wojska silnie ucierpiały od nich w Argonach latem 1915 r.

Z obliczeń Frejsa wypada, że 1 pocisk z lakrymatorem zmusza nałożyć maski taką ilość żołnierzy, na jaką potrzeba byłoby zużyć od 500 — 1000 pocisków z fosgenem.

Z przytoczonego przykładu możemy sądzić, że w przyszłych wojnach lakrymatory będą miały szerokie zastosowanie.

GAZY TRUJĄCE.

Kwas pruski HCN jest najstraszniejszą trucizną dla każdej żywej istoty. Objawy zatrucia w organiźmie żywym występują z szybkością jednego obiegu krwi, t. j. mniej więcej w 12—15 sekund. Kwas pruski łączy się z hemoglobiną krwi, krew żylna nabiera koloru krwi arterji, śmierć następuje od sparaliżowania ośrodka oddechowego. Charakterystyczną cechą gazów trujących czadu i kwasu pruskiego jest skryte, i pozornie łagodne, ich działanie. Najczęściej gazy te są spostrzegane przez człowieka dopiero w chwili, gdy skutki ich są już nieuleczalne. Należy wziąć pod uwagę, że gazy te, porażając ośrodki mózgowe, zapomocą których orjentujemy się i które regulują nasze wszystkie odruchy (więc w chwili najniebezpieczniejszej), powodują że człowiek staje się bezradny i nie jest w stanie zastosować żadnych środków samopomocy.

Przy wdechu słabej nawet koncentracji kwasu pruskiego, zatruty odczuwa silne bóle w skroniach, głowa opada, oczy ma zamglone, dostaje zawrotu głowy, traci równowagę i pada na ziemię. Przy śmiertelnym zatruciu objawy te występują w znacznie silniejszym stopniu; kończyny sztywnieją, oddech narazie zupełnie się wstrzymuje, poczem na chwilką powraca, następuje ponowny i ostatni śmiertelny skurcz. Kwas pruski zaliczamy do trucizn działających na ośrodki nerwowe.

Tlenek węgla CO — Gaz nie posiadający, ani zapachu, ani smaku, ma własności bardzo trujące, a w zależności od pochłoniętej ilości gazu, odczuwamy różne objawy zatrucia. Przy słabych zatruciach pojawia się szum w uszach, zawrót i ból głowy; często też występują wymioty, po których chory czuje się lepiej, zatruty robi wrażenie pijanego. Przy zatruciach ostrych takież objawy, tylko wyrażone w silniejszym stopniu, czasem bywają halucynacje, kończyny odmawiają posłuszeństwa. Gdy zatruty pozostaje czas dłuższy w atmo-

sferze zatrutej, a koncentracja CO nie jest zabójczą, agonja następuje powolnie. Najczęściej u zatrutych tlenkiem węgla, twarz jest rozognioną, spostrzega się też osłabienie umysłu, niezdolność i niechęć do poruszania się. Dość często daje się zauważyć zaburzenie organu trawiącego, któremu towarzyszą bóle w okolicy żołądka. Przy silnych koncentracjach śmierć następuje momentalnie (np. pęknięcie pocisku w schronie zamkniętym). Często też zatrucia CO powstają w zamkniętych schronach karabinów maszynowych.

Chcąc okazać pomoc zatrutym kwasem pruskim i tlenkiem węgla, należy jak najprędzej usunąć ich z zatrutego otoczenia. Zaleca się zastosować sztuczny oddech, wskazanem jest wdychanie tlenu i to tlenu nawet czystego, albowiem jak HCN, tak CO łączą się z hemoglobiną krwi, więc krew, że się tak wyrazimy, należy utlenić. Jako środki pomocnicze, stosują się nacierania, ogrzewania, synapizmy. Omdlenia nieraz są tak głębokie, że na pozór skonstatować można śmierć, lecz znane są wypadki, że po zastosowaniu sztucznego oddechu i wdychania tlenu po $1/2$ godzinie chory powraca do przytomności. O ile czad w stężeniu 1% zabija człowieka po 5 minutach, to kwas pruski w tymże stężeniu zabija człowieka po $1 1/2$ minucie.

GAZY ŻRĄCO-PARZĄCE.

Do ostatniej grupy należą gazy żrąco-parzące.

Z chwilą, gdy obrona przeciwgazowa dróg oddechowych została udoskonaloną przez obronę lekką i ciężką, zły genjusz wojny rozpoczął swe poszukiwania nad takiemi środkami broni chemicznej, któreby działały na nieochronioną powierzchnię ciała ludzkiego.

Charakterystycznemi cechami tych gazów są: 1) opóźnione działanie, które rozpoczyna się dopiero po pewnym czasie, nieraz po 2—3 dniach, 2) zdolność ich przenikania przez skórę, 3) zdolność przenoszenia ich z jednego miejsca na drugie, 4) zdolność b. łatwego wsiąkania w ubranie. Zazwyczaj są to ciała oleiste i małolotne. Człowiek oparzony tym płynem żrącym, zanim spostrzeże, że jest zatruty, może go przenieść na otoczenie swych blizkich, z którymi się styka, lub którzy wypadkowo mogą usiąść na to miejsce, gdzie siedział porażony. Zapach tych ciał jest dość słaby, niedrażniący, wywołuje znieczulenie powonienia, czem się maskuje jego obecność.

Do grupy tej zaliczamy iperyt czyli dwuchlorodwuetylenosulfinę:

$$\begin{matrix} Cl.\,CH_2 = CH_2 \\ Cl,\,CH_2 = CH_2 \end{matrix} \Big> S$$

Chlorek nitrobenzylu: $C_6H_4\ NO_2\ CH_2\ Cl.$ (cedenit)
Dwuchloroetyloarsenjak: — $C_2H_5\ As\ Cl_2$
Dwubromoetyloarsenjak: C_2H_5 — $As\ B_2$ i
Lewizyt (luizyt) monochlorovinylodichloroarsina: $CHCl{=}CH\ As.\ Cl_2$
dwuchlorovinylodichloroarsina: $(CHCl = CH)_2AsCl$
trójchlorovinylodichloroarsina: $(CHCl — CH)_3As.$

Poprzednio już wspominaliśmy o iperycie, czyli dwuchlorodwuetylenosulfinie. Geneza tej nazwy jest następująca: francuska nazwa „yperyt" powstała skutkiem tego, że pierwszy atak tym płynem żrącym wykonany był przez Niemców pod Ypr. Niemcy zaś nazywali ten płyn „żółtym krzyżem", ponieważ tak były znakowane pociski; amerykanie natomiast nazywali go „gazem musztardowym" lub „gorczycznym", ponieważ przypomina on swym zapachem szynkę z gorczycą. Iperyt oraz inne gazy bojowe, należące do tej grupy, posiadają swoiste własności chemiczne i fizyczne.

Iperyt poraz pierwszy był odkryty przypadkowo w latach 40 ubiegłego stulecia, powtórnie otrzymano go i zbadano w latach 60, zaś w latach 90 słynny fizyk i chemik niemiecki Wiktor Meyer otrzymał go w stanie czystym i zainteresował się bliżej jego własnościami.

Odkrycia te były przypadkowe, lecz poważnie zainteresował się tem Meyer na skutek wypadku, jaki zaszedł w jego laboratorjum w r. 1896, gdy asystent jego, Sakura, śmiertelnie się oparzył tym płynem. Wiktor Meyer ogłosił publicznie wynik swych prac nad iperytem, gdzie zaznaczył, że iperyt działa na organizm zupełnie podobnie jak bakterje, wywołuje zapalenia o takich samych cechach, jest zaraźliwym, mimo to zasadniczo różni się od organogenów.

Charakterystyczną cechą tych ciał jest — że dosiągają one organizmu ludzkiego, nietylko drogami oddechowemi, lecz również przez całą powierzchnię ciała.

Gazy tej grupy odznaczają się łatwością przesiąkania przez odzież, buty, gumę, a przylegając do ciała, przenikają do wnętrza organizmu przez włoskowate pory skóry i wędrują wraz z krwią.

Jak wiadomo z chemji fizycznej, ciecze w stosunku do ciał stałych zachowują się dwojako, w zależności od powierzchniowego napięcia. Są ciecze, które starają się zmniejszyć powierzchnię zetknięcia się z ciałem, wtedy taka ciecz jest usuwalna, jeśli zaś posiada ona znacz-

ne zdolności napięcia powierzchniowego, wówczas powierzchnia zetknięcia się znacznie się zwiększa; ciecz się rozlewa i, zwilżając ciało, utworzy na jego powierzchni rodzaj błony, bardzo cienkiej i silnie przylegającej. Jak doświadczenie uczy, grubość tej błony porównać można z grubością warstwy utworzonej przez jedną molekułę. Usunięcie takiej błony jest rzeczą niezmiernie trudną. Wobec powyższego każda kropelka iperytu, gdy pada na ciało ludzkie, stara się zająć jaknajwiększą powierzchnię. Nie znaczy to jednak, aby kropelka iperytu dążyła do rozlania się na całą powierzchnię danego ciała, przeciwnie może nawet lokalizować się, zajmując pewną ograniczoną powierzchnię, gdyż powierzchnia zetknięcia się ze skórą zwiększa się przez wnikanie w pory, oraz w przestrzeń międzykomórkową.

Wiemy, że skóra ludzka pokryta jest różnemi produktami wydzielającemi się przez pory. Jedne z tych wydzielin są rozpuszczalne w wodzie, inne zaś — w tłuszczach.

Studjując własności iperytu i innych gazów tej grupy, stwierdzamy, że czepiają się one głównie tłuszczów, stale znajdujących się na powierzchni skóry. Ciało byłoby odporniejsze na działanie gazów parzących, jeśliby można było skórę pokryć grubą warstwą tłuszczu, gdyż tłuszcz absorbowałby całkowicie iperyt. Jako dowody powyższego możemy przytoczyć przykład z ubiegłej wojny, mianowicie: w szeregach armji francuskiej wojsko, pochodzące z różnych kolonij t. zw. kolorowe, okazało się odporniejsze na działanie iperytu, gdyż ciało ich pokryte jest grubą warstwą tłuszczu i brudu. Statystyka wykazała, że gdy odporność na działanie iperytu wynosiła wśród europejczyków zaledwie 1%, to wśród wojsk kolorowych — 25%.

Jak zaznaczyliśmy wyżej, gazy parzące, przenikając przez skórę, dostają się do krwi i wraz z nią krążą; przy tej cyrkulacji spotykają pewne organy, które posiadają zdolność rezerwowania nagromadzonego gazu i powodują charakterystyczne zmiany anatomiczne. Naprzykład: luizyt, który dostał się przez ciało, pomimo parzącego działania zewnętrznego, działa jeszcze specjalnie na płuca; iperyt atakuje różne organy jak płuca, krtań i t. p.

O ile żywy organizm w pewnym stopniu walczy z iperytem, o tyle trudniejsza jest walka z iperytem, gdy takowym zostanie zroszone umundurowanie, broń, amunicja lub teren.

Znane są wypadki, że kobiety, które przechodziły przez pola pod miastem Ypr po dwóch miesiącach po ostrzeliwaniu miasta przez Niemców, po przyjściu do domu poparzyły iperytem swe dzieci, karmiąc je piersią.

Z grupy gazów żrących oprócz iperytu zasługuje na uwagę luizyt,

wynalazek amerykański. Niektórzy historycy wojny twierdzą, że produkcja luizytu w Ameryce przyśpieszyła zawarcie pokoju, gdyż Niemcy nie chcieli wypróbować go na własnej skórze i woleli kapitulować.

Luizyt nie był stosowany w polu, lecz wyniki laboratoryjne i fizjologiczne wskazały, że poparzenia tym gazem kończą się zazwyczaj śmiertelnie. Pies od kilku zaledwie kropli luizytu ginie po paru godzinach. 1/5 kropli luizytu, puszczona na ogon szczura, spowodowała śmierć w bardzo krótkim czasie. O ile doświadczenia z iperytem dały wyniki 5% śmiertelnych wypadków, to luizyt w tych samych warunkach winien dać 95%.

Trzecią substancją z tej grupy jest: Chlorek nitrobenzylu (cedenit) $C_6H_4NO_2CH_2Cl$, wywołujący niezmiernie bolesne oparzenia. Bliższych szczegółów co do skutków oparzenia cedenitem — nie posiadamy.

Godne uwagi jest również zjawisko, że ciała parzące osiadają na ludziach nietylko przy bezpośredniem zetknięciu się z przedmiotami, które były zroszone temi płynami, lecz również i drogą skraplania się oparów tych gazów, unoszących się w powietrzu i roznoszonych przez wiatr nawet na znaczną odległość.

W walce gazowej materjały żrące używają się nietylko jako broń chemiczna, działająca na wyznaczone grupy jednostek lub na całe oddziały, ale także w celach strategiczno-taktycznych, a mianowicie celem zatrucia terenów na czas dłuższy, dla zabezpieczenia danego odcinka od przejścia nieprzyjaciela.

Co do symptomów zatrucia to dość trudno jest określić chwilę wystąpienia objawów, gdyż w niektórych wypadkach następowały takowe po 2 — 3 godzinach, a nieraz i po paru dniach. Należy przypuszczać, że przyśpieszenie objawów zatrucia jest w ścisłej zależności od dozy, którą dany osobnik został poparzony. Objawy zatrucia są bardzo różne i zależne od miejsca zatrucia. Nieraz następują gwałtowne wymioty, mdłości, silny i tępy ból głowy, kłucie i ból w oczach, na skórze rumienie lub pęcherze, dochodzące do olbrzymiej wielkości. Zaobserwować można również bóle żołądka, częste pozywy, nieraz z krwią, pozatem podwyższoną ciepłotę, przyśpieszone tętno. Są to objawy wskazujące na ogólny stan zatrucia.

Przy porażeniu iperytem skóry występują najpierw czerwone plamy, jakgdyby po synapizmie, formują się następnie pęcherze ropne, które po pewnym czasie pękają. Ropa ta na świeżej części ciała wywołuje

nowe poparzenia. Nie zaleca się czekać na pęknięcie pęcherza, lecz przed czasem należy go przeciąć, zachowując wszelkie ostrożności. Podczas wojny były zaobserwowane wypadki, że niejednokrotnie pęcherz iperytowy pokrywał całą powierzchnię pleców. Ponieważ pierwsze objawy porażenia iperytem wywołują silne swędzenie miejsc poparzonych, to też bezwiednie żołnierz zaczyna pocierać swędzącą część ciała i w ten sposób wciera iperyt w głąb ciała. Jeśli po przecięciu lub pęknięciu pęcherzy zastosuje się aseptykę—ropienie może nie nastąpić, i w takim razie miejsca porażone leczą się jak zwykłe oparzenia, w przeciwnym zaś razie następuje ropienie — trudniejsze do leczenia, a nawet po zaleczeniu pozostają głębokie blizny.

Szybkość przebiegu kuracji jest zależną od obrażenia, które dałoby się podzielić tak, jak przy zwykłym oparzeniu, a więc na kilka kategoryj.

Z tych kilku słów o porażeniach skóry, możemy już sobie wyobrazić, jakie okropne skutki może wywołać iperyt, jeśli trafi bezpośrednio do dróg oddechowych lub do narządów trawienia. Wrażliwość dróg oddechowych na iperyt jest znaczna, dość np. przenieść do schronu przeciwgazowego na podeszwach nieznaczną część ziemi zakażonej iperytem, by móc zatruć wszystkich, znajdujących się w schronie. Najpierw porażają się struny głosowe, dalej następuje w całym gardle zaognienie, człowiek traci nieraz głos nawet na kilka tygodni, niejednokrotnie nadwyrężoną jest tchawica. Chory cierpi na napady dusznicy, kaszlu, plwocina jest ropna, gęsta z domieszką krwi i strzępów błony śluzowej.

Nieraz te strzępy błony śluzowej mogą zatykać tchawicę i wywołują śmierć. Objawy podostrej bronchito-pneumonji — są dość częste, naogół można przyjąć, że głębokie obrażenia płuc są śmiertelne. Niemniej poważne objawy są przy zatruciu organów trawienia. Zatrucia te mogą powstać przy ogólnem zatruciu organizmu lub przez spożycie zatrutego pokarmu. W tym wypadku dość poważnie narażone są nerki; zjawia się wówczas białkomocz, trwający czas dłuższy. Przy zatruciu iperytem stan nerwowy również jest zawsze poważnie dotknięty: chory czuje silne ogólne osłabienie, ciepłota waha się około 40°, a charakterystycznem zjawiskiem jest **chudnięcie, nawet przy lekkiem zatruciu.**

Doraźną pierwszą **pomocą** nawet **przy** podejrzanych **wypadkach zatrucia** i oparzenia iperytem, jest natychmiastowa dezynfekcja człowieka przez kąpiel. Należy również poddać dezynfekcji jego ubranie i sprzęt. Co do kąpieli, to lepiej wykąpać 100 niezaiperytowanych, jak przepuścić jednego zatrutego iperytem

bez kąpieli. Jeśli są wyraźne poparzenia iperytem, zaleca się miejsca te zasypać suchym sproszkowanym wapnem chlorowanem. Wapno chlorowane w stanie suchym nie podrażnia ciała, niszczy natomiast iperyt. Przy kąpieli zaleca się stosowanie t. zw. naftowego mydła. Jest to zwykłe szare mydło z domieszką nafty. Do przemywania oczu stosuje się 2% rozczyn dwuwęglanu sodu, takim samym rozczynem zaleca się przemywać nos, usta gardło. Przy silnych podrażnieniach oczu wpuszcza się po parę kropli wodnego rozczynu kokainy, kompresy na oczy nie są wskazane. Zaleca się również przyciemnienie okna lub zastosowanie luźnej przepaski na czoło chorego, by światło dzienne nie drażniło oczu. Co do oparzeń skórnych, to zabrania się używać zasadniczo wszelkich maści, szczególnie waseliny.

Pęcherze zaleca się przecinać niezupełnie, lecz nadcinać je na biegunach, by dać możność płynowi surowicznemu spłynąć, miejsca zaś pęcherza zaleca się posmarować 1—2% rozczynem nadmanganianu potasu lub nałożyć suchy jałowy kompres z waty i gazy.

Niezłe skutki przy leczeniu rumieni czyli oparzelin iperytowych można otrzymać, nakładając kompresy z płynu Dakina, zmieniając je co 2—3 godziny; w niektórych wypadkach wobec braku płynu Dakina można zastosować wodę gulardową. Niekiedy może być wskazanem usunięcie obumarłego naskórka po pęcherzu iperytowym, który bądź co bądź jest przesycony iperytem. W takich razach przy odkryciu rany mamy dość obfite wydzielanie się płynu surowicznego i zachodzi obawa infekcji. Należy wobec tego dążyć do utworzenia się suchego strupa; w tym celu są wskazane zasypki czyli t. zw. pudry talku z domieszką azotanu bismutu, xeroformu, dermatolu. Również niezłe rezultaty daje 2—3% puder pellidolowy. Zabiegi takie chronią od formowania się głębokich bolesnych i uporczywych przy leczeniu wrzodów. O ile nie da się zapobiec uformowaniu się wrzodu i takowy się utworzy, wyłania się wówczas kwestja stosowania maści, zalecane są maście: 2—3% maść pellidolowa z cynkiem, cynkowa z ichtyolem. Jako podkład do maści lepiej jest brać lanolinę bezwodną.

Trudniejszem jest leczenie porażonych narządów trawienia i dróg oddechowych, gdyż i tam formują się pęcherze, a następnie owrzodzenia, które dość trudno dają się leczyć. Najczęściej stosują się środki znieczulające, środki łagodnie dezynfekujące, jak naprz. methylen blau. Wdychanie tlenu (a tembardziej czystego) nie jest wskazane, gdyż może tylko podrażniać głębokie obrażenia wyższych dróg oddechowych.

Do niszczenia iperytu stosują się również 1%—2% wodne rozczyny Chloraminy, Chloractyny i Anogenu.

W dalszym ciągu **należy wymienić gazy, które wywołują wymioty.** Do tej grupy należą:

Chlorek izocyjanofenylowy C_6H_5 — $NCCl_2$,

Akroleina — $CH_2 = CHCHO$ w większych dozach i inne.

Gazy zaś paraliżujące, są to przeważnie związki arsenowe, a literatura o nich jest bardzo skąpa.

Przytoczony cały szereg gazów bojowych nie wyczerpuje jeszcze — arsenału broni chemicznej. Ponieważ prace w tym kierunku nadal trwają, przeto może zupełnie przypadkowy wynalazek dać taki środek bojowy, wobec którego dzisiejsza obrona przeciwgazowa nie będzie skuteczną.

Żadna armja nie może być pewną, czy przeciwnik jej nie wykrył, a może nawet już i posiada nowy środek broni chemicznej.

KILKA SŁÓW I WSKAZÓWEK Z DZIEDZINY METEOROLOGJI.

Ponieważ zjawiska atmosferyczne mają doniosłe znaczenie przy stosowaniu gazów bojowych w czasie wojny, a nieraz nawet uniemożliwiają użycie takowych — przeto w uzupełnieniu do omówionych poprzednio rozdziałów, podamy kilka praktycznych wskazówek z dziedziny meteorologji.

Meteorologja jest nauką, zajmującą się badaniem zmian i zjawisk zachodzących w atmosferze; dzieli się zaś na klimatologję i meteorologję synoptyczną. Pierwsza z nich zajmuje się badaniem przyczyn i zmian klimatu, druga zaś prognozą, czyli przepowiednią pogody na podstawie badań i spostrzeżeń map synoptycznych.

Meteorologja jest nauką, opierającą się wyłącznie na obserwacji, a pozbawioną możności przeprowadzania doświadczeń; słowem, jest uzależniona od zjawisk i przyczyn siły wyższej. Obserwacje i spostrzeżenia meteorologiczne wykonuje się przy pomocy wielu specjalnie w tym celu skonstruowanych przyrządów oraz ściśle określonego czasu badań. Również do obserwacji klimatologicznej możemy zaliczyć t. zw. spostrzeżenia fenologiczne, t. j, obserwacje zjawisk bez żadnych przyrządów, polegające tylko na umiejętnem notowaniu zmian, zachodzących u roślin i zwierząt.

Do takich spostrzeżeń możemy zaliczyć np.: przylot i odlot ptaków, kwitnięcie i ulistwianie się drzew, krzewów i t. p. co powodowane jest tem, że zwierzęta i rośliny posiadają własności odczuwania zmian atmosferycznych, jak to: usłonecznienia, zachmurzenia, opadów i t. p.

Nieraz trafne przepowiednie pogody starszych ludzi, a przeważnie mieszkańców wsi, zadziwiają nas, są one wszakże oparte tylko na spostrzeżeniach fenologicznych.

Zasadniczo zjawiska zmian pogody są w ścisłej zależności od ciepła, dostarczanego nam przez słońce, t. j. od usłonecznienia, czyli t. zw. insolacji.

A zatem ilość ciepła dostarczana ziemi jest podstawą wszelkich zmian meteorologicznych: od tego są zależne, temperatura oraz obecność wiatrów i opady.

Powietrze atmosferyczne jest mieszaniną fizyczną gazów nie reagujących wzajemnie, o składzie następującym: azot, tlen, argon, bezwodnik kwasu węglowego, wodór, neon, krypton — poza tem para wodna.

W przyziemnych warstwach spotykamy różne domieszki w postaci: kurzu, sadzy, siarkowodoru, amonjaku, płynów mineralnych i t. p.

W miarę wznoszenia się w wyższe warstwy, skład powietrza zmienia się, przedewszystkiem zwiększa się procentowa zawartość gazów lżejszych: wodoru, helu, oraz maleje procent różnych postronnych domieszek.

Wskazanem jest zaznaczyć, że pyły, unoszące się w atmosferze, odgrywają niepoślednią rolę, przedewszystkiem rozpraszają wzgl. pochłaniają promienie słoneczne, wypromieniowują i przyczyniają się do wzmożenia ruchu powietrza, następnie służą dość często jako jądra kondensacyjne opadów.

Ciśnienie powietrza stopniowo maleje przy wznoszeniu się ku górze, np.: o ile na poziomie morza mamy ciśnienie 760 mm, to o 100 m wyżej ciśnienie wyniesie 750,5 mm, na wysokości 500 m mamy już tylko 714 mm, na wysokości 1000 m — 670 mm, na wysokości 5000 m 406,5 mm, na 10000 m — 217,4 mm i t. d.

Dla celów praktycznych i obliczeń całą atmosferę dzieli się na dwie warstwy: dolną t. zw. troposferę, obliczaną na 12 klm i górną— stratosferę, sięgającą do 70 klm.

O ile w troposferze obserwujemy spadek temperatury co każde 100 m o jakieś 0,5° — 0,7°, to w stratosferze spadek ten jest powolniejszy.

Na granicy (teoretycznej) troposfery i stratosfery t. j. w odległości od ziemi o jakie 12 klm obserwuje się temperaturę — 60° C.

Wszelkie zjawiska atmosferyczne, jak to: skraplanie się pary, powstawanie chmur, deszcze, mgły, śnieg, wyładowania elektryczne, prądy

powietrzne wstępujące i zstępujące (t. zw. prądy konwencyjne) — odbywają się tylko w troposferze.

Wiemy, że z ogólnego promieniowania słońca tylko nieznaczna ilość promieni dociera do naszej ziemi, większa część natomiast — ginie w przestrzeni międzyplanetarnej.

Usłonecznienie, czyli t. zw. insolację, określamy mierząc temperaturę termometrami rtęciowemi, alkoholowemi lub też toluolowemi.

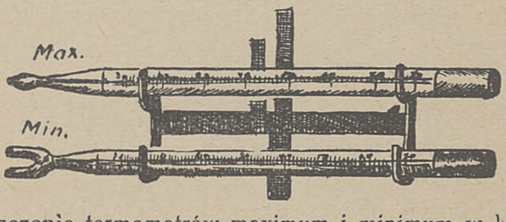
Ciepło, posyłane przez słońce, pochłania się przez wierzchnią warstwę ziemi wzgl. wody, wobec czego dolne warstwy powietrza są uzależnione od usłonecznienia tych warstw, które przy wypromieniowaniu zasilane są jego ciepłem, wskutek czego powstają t. zw. prądy konwencyjne wstępujące i zstępujące, wywołujące wiatry.

Do mierzenia temperatury powietrza używamy termometrów maksymalnych, które wskazują najwyższą temperaturę w ciągu doby i termometrów minimum (alkoholowych wzgl. toluolowych), wskazujących najniższą temperaturę.

Termometr maksymalny jest nieco odmiennej budowy od zwykłych termometrów rtęciowych, a mianowicie: posiada on przylutowany pręcik szklany do dolnej części zbiornika i to tak, że górna część pręcika wchodzi do rurki włoskowatej termometru, co powoduje, że przy obniżeniu się temperatury powietrza, słupek rtęci w tem miejscu przerywa się i pozostaje w miejscu.

Termometr minimum zamiast rtęci zawiera alkohol wzgl. toluol zabarwiony. Zbiorniczek termometru jest rozdwojony w kształcie widełek. Do słupka alkoholowego jest wprowadzony cienki pręcik szklany (pływak), który nie przylega do ścianek termometru.

Rys. 23.



Umieszczenie termometrów maximum i minimum w klatce.

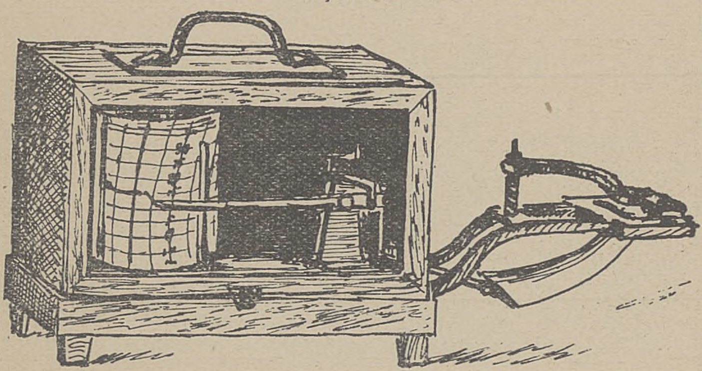
Pręcik ten nie posuwa się naprzód przy wzroście temperatury i rozszerzaniu się płynu, natomiast przy obniżaniu się temperatury i kurczeniu się płynu, cofa się, a płyn pociąga go bliżej do zbiornika.

Termometry maksymalne i minimalne umieszcza się w pozycji poziomej na specjalnych podstawkach w klatkach meteorologicznych

o ściankach żaluzjowych, dachu podwójnym, pochylonym w kierunku od południa, przyczem drzwiczki muszą być zwrócone ku północy. Klatkę meterologiczną ustawia się na wysokości 2 metr. od ziemi w pewnej odległości od murów i zabudowań.

Poza wymienionemi termometrami są jeszcze w użyciu t. zw. termometry samopiszące czyli t. zw. termografy. Różnicę dzienną wahań temperatury nazywamy amplitudą (czyli obszernością wahania), na amplitudę wpływa szereg różnych czynników, a mianowicie: pora roku, szerokość geograficzna, zachmurzenie, usłonecznienie, położenie w stosunku do wód, t. j. morza, jezior, rzek i stawów.

Rys. 24.



Termograf.

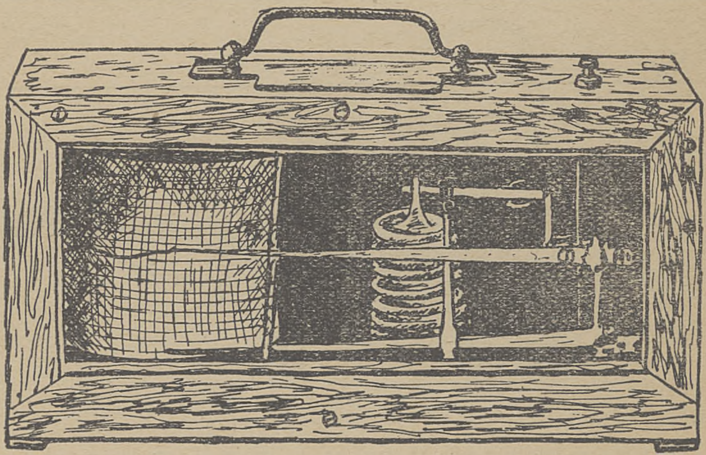
Ciśnienie powietrza mierzymy zapomocą barometrów rtęciowych; ciśnienie powietrza t. zw. normalne odpowiada ciśnieniu 1 atmosfery, które równoważy słup rtęci o wysokości 760 mm w temperaturze 0^0, w szer. geograficznej 45^0 na poziomie morza, co stanowi ciśnienie 1033,23 g na 1 cm^2.

Podamy najprostszy sposób urządzenia barometru. Bierzemy rurkę szklaną dług. około 1 m (rurka musi być zatopiona z jednego końca), następnie napełniamy ją rtęcią. Obok posiadamy naczyńko w postaci pół szklanki, które również do połowy jest wypełnione rtęcią. Rurkę zawierającą rtęć zakrywamy mocno palcem, odwracamy do góry zatopionym końcem, opuszczamy drugi koniec rurki do naczynia z rtęcią i dopiero po zanurzeniu odejmujemy palec i obserwujemy, co się stało. Zauważymy, że rtęć w przewróconej rurce częściowo wycieknie do naczynia, a zatem w górnej części rurki uformuje się pewna próżnia t. zw. próżnia Toricellego, pozostały zaś słup rtęci w rurce utrzyma się na pewnym poziomie i więcej nie opadnie. Powstaje

to na skutek tego, że ciśnienie atmosferyczne na powierzchni naczyńka z rtęcią zrównoważyło się z ciśnieniem słupa rtęci w rurce. Taki przyrząd wykonany precyzyjnie z rurką podzieloną na działki nosi nazwę barometru.

Na poziom słupa rtęci w rurce wpływa nietylko ciśnienie, ale również i temperatura otaczającego go powietrza, wobec tego przy odczytywaniu barometru wprowadza się t. zw. redukcję, czyli poprawkę barometryczną na temperaturę wg. istniejących tablic; istnieją również poprawki na precyzyjność przyrządu, t. zw. poprawki instrumentalne.

Rys. 25.



Barograf.

Poza barometrem rtęciowym są używane również t. zw. barografy samopiszące wzgl. aneroidy, oparte na sprężystości metalowych okrągłych pudełek z wypompowanem wewnątrz powietrzem, t. zw. pudełka Widi'ego, które przy zmianie ciśnienia atmosferycznego wykonują pewne ruchy, przyczem dźwignia z piórem umocowana do osi pudełka, czyni odpowiednie wykresy na specjalnych blankietach barograficznych, które są nakładane na ruchomy wałek z mechanizmem zegarowym.

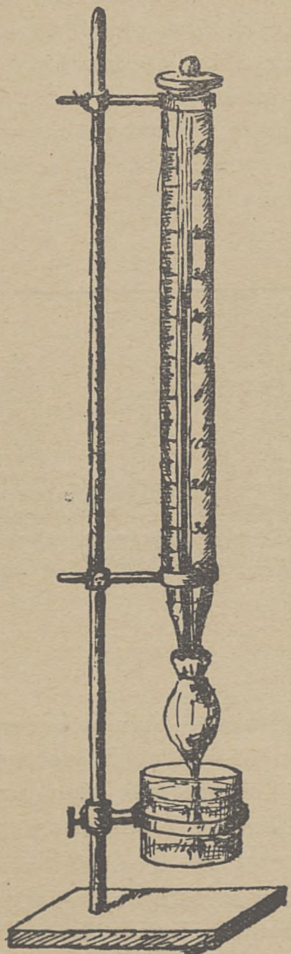
Obecność pary wodnej w powietrzu ma bardzo doniosłe znaczenie i wpływ na gazy bojowe, ponadto pochłania ona pewną część promieni słonecznych, a przez skraplanie się powoduje opady; od ilości pary w powietrzu zależy stopień wilgotności.

Należy zaznaczyć, że od procentowej zawartości wilgoci w powie-

trzu zależną jest temperatura; para wodna ma swoją określoną granicę i gdy przekroczy granicę nasycenia — wywołuje opady.

Wilgotność powietrza mierzy się kilkoma metodami: wagową, punktem rosy i metodą psychometryczną.

Rys. 26.



Termometr zwilgocony.

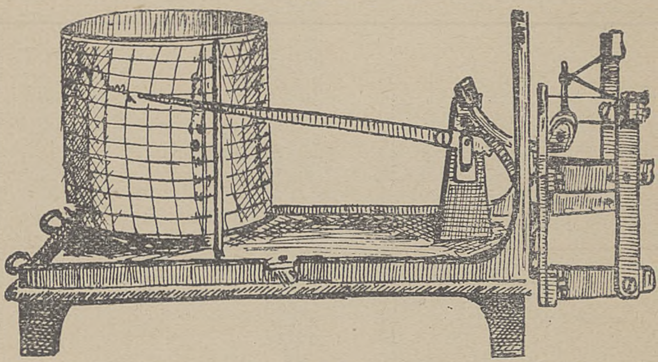
Metoda wagowa polega na tem, że nad substancją higroskopijną (jak chlorek wapnia, kwas siarkowy i t. p.) przepuszczamy ściśle określoną ilość powietrza, poczem ważymy materjał chłonny, a różnicę czyli przyrost wagowy obliczamy procentowo w stosunku do przepuszczonego powietrza.

Punktem rosy pary wodnej nazywamy tę temperaturę, w której ilość pary, zawartej w powietrzu, jest wystarczającą do nasycenia go.

Metoda ta jest kłopotliwą z tego względu, że wymaga wprawy i zachowania całego szeregu ostrożności. Polega ona na tem, że o ile weźmiemy szybkoulatniający się płyn, np. eter etylowy i doprowadzimy go do szybkiego parowania — wówczas sam eter, jak również naczynie, w którem się go przechowuje, oziębi się i wywoła oziębienie powietrza otaczającego naczyńko z eterem. Gdy temperatura powietrza otaczającego naczyńko opadnie do t. zw. punktu rosy — to na zewnętrznej części naczynia para wodna, obecna w powietrzu, zacznie się skraplać, wskazując nam moment, który należy uchwycić.

Metodą psychometryczną określamy ilość pary wodnej w powie-

Rys. 27.



Hygrograf.

trzu zapomocą aparatu zwanego psychometrem Augusta, który składa się z już poprzednio omówionych meteorologicznych termometrów rtęciowych, przyczem zbiornik rtęciowy jednego z termometrów owija się cienką tkaniną (najlepiej wypranym kawałeczkiem gazy) i taki termometr nazywamy termometrem „wilgotnym".

Oba termometry zapomocą statywu, takiego jaki używa się do biuretek, umieszcza się pionowo jeden obok drugiego, przyczem pod termometrem owiniętym gazą podstawia się naczyńko z wodą destylowaną, wzgl. deszczową i to w taki sposób, by koniec gazy był stale zanurzony w wodzie.

W ten sposób kulka termometru zawsze będzie zwilżoną, a na jej powierzchni woda wciąż będzie parować; rozumie się, że parowanie to będzie uzależnione od stopnia nasycenia powietrza parą wodną. Podczas parowania zbiornik wilgotnego termometru będzie się ozię-

biał i wskutek tego poziom słupka rtęci będzie się obniżał. Przy porównaniu temperatury obu sąsiednich termometrów oblicza się różnicę, a zapomocą specjalnych tablic psychometrycznych — określamy wilgotność powietrza.

Poza tem są jeszcze psychometry z aspiratorami Assmana, czyli t. zw. psychometry ze sztuczną wentylacją, gdzie zapomocą wiatraczka wytwarza się szybki i równomierny ruch powietrza przy termometrze wilgotnym.

Bardzo prostemi przyrządami, służącemi do pomiaru wilgotności, są t. zw. hydrometry włosowe, oparte na właściwości kurczenia się włosa, w zależności od zmiany wilgotności powietrza.

Włos taki, umocowany do wskaźnika na ośce przez swą kurczliwość wzgl. wydłużenie porusza wskaźnik i wskazuje na podziałce wilgotność powietrza.

Ciekawem zjawiskiem jest, że do hydrometrów używa się włosa kobiecego blond, gdyż ciemne włosy nie są tak wrażliwe na wilgoć. Krótko mówiąc, skroplenie pary wodnej następuje z chwilą przekroczenia granicy nasycenia powietrza parą wodną. Skropleniu sprzyjają domieszki pyłów w powietrzu, które odgrywają rolę jądra kondensacyjnego, na którem osiadają drobne kropelki, również oziębienie się temperatury sprzyja i przyśpiesza formowanie się kropel.

Między mgłą a chmurą niema żadnej różnicy, zachodzi tylko różnica co do wysokości w stosunku do ziemi.

Mgły składają się z kropelek wody, chmury zaś z igiełek zlodowaciałych.

Wodne kropelki chmur są bardzo drobne o średnicy około 0,006 mm. do 0,017 i tem się tłumaczy unoszenie się ich w powietrzu.

Ilości wody skroplonej w powietrzu nie są tak wielkie, jakby się zdawało. Z pomiarów, czynionych na wysokości chmur, wypada, że 1 m^3 powietrza zawiera średnio 5 gr. wody, a szybkość opadania kropelek wody jest zależną od średnicy kropelki.

Z obliczeń i różnych pomiarów wypada:

dla kropelki o średnicy 0,02 mm szybkość spadu wynosi 0,01 m/sek.
dla kropelki o średnicy 0,1 mm szybkość spadu wynosi 0,3 m/sek.
dla kropelki o średnicy 0,2 mm szybkość spadu wynosi 1,3 m/sek.

wobec tego wypadałoby, że czas spadania na ziemię z wysokości 1500 m. dla

kropelki o średnicy 0,1 mm. wyniósłby 1 godz. 25 m,
kropelki o średnicy 0,2 mm. wyniósłby 4 godz. 10 m,
kropelki o średnicy 1 mm. wyniósłby 5 min. 41 sek.

Uwzględniając zaś prawie stałe prądy wstępujące, kropelki te mogą być uważane jako zawieszone w powietrzu.

Również należy liczyć się z tem, że gdy spadek kropelki z wysokości 1500 m. trwa nieraz od 1 — 4 godz. czasu, w tym samym czasie, mniejsze kropelki mogą wyparować.

Co do klasyfikacji wysokości chmur — wskazanem byłoby zaznaczyć, że chmury bywają bardzo rozmaitych postaci i form, podróżują na różnych wysokościach troposfery i w różnych kierunkach są unoszone przez wiatry; meteorologja podzieliła je na kilka typów, a mianowicie:

1) Cirrus (znak międzynarodowy Ci) — są to pojedyńcze pierzaste chmury, białawe obłoczki, unoszące się na wysokości około 7 — 11 klm., składają się z kryształków zlodowaciałych i robią wrażenie rozsianego puchu.

2) Cirrus-stratos (Ci — S) — są to chmury pierzasto-warstwowe rozgałęzione, tworzą nieraz jakby lekką zasłonę nieba. Unoszą się na wysokości od 7 — 10 klm., składają się ze zlodowaciałych kryształków.

Najczęściej służą jako przepowiednie wichrów, burz wzgl. niepogody.

3) Cirro-cumulus (Ci-Cu) chmury pierzasto-kłębiaste, czyli t. zw. baranki, okrągłe nieraz umieszczone grupami wzgl. szeregami. Zupełnie białe, robią wrażenie jakby spienionych fal morza. Unoszą się na wysokości 6 — 9 klm. i są zwiastunami zmiany pogody na gorszą.

4) Alto-cumulus (A-Cu) są to chmury górne kłębiaste t. zw. duże barany; unoszą się na wysokości 5 — 6 klm. zwiastują zmianę pogody i nieraz są przepowiednią burz i cyklonów.

5) Alto-stratus (A-S) tworzą szarą, więcej lub mniej ciemną powłokę, przez którą gdzie-niegdzie prześwieca słońce lub księżyc, unoszą się na wysokości około 4 klm.

6) Cumulus (Cu) są to chmury sięgające nieraz kolosalnych rozmiarów, u góry jakby wydłużono-zaokrąglone i skłębione, u podstawy zaś swej robią wrażenie powierzchni płaskiej. Szczyty ich, naświetlone ukośnemi promieniami słońca, są oślepiająco białe, podstawa zaś chmury jest ciemna. Unoszą się na wysokości od 1,5 do 2 klm., szczytami zaś sięgają jeszcze o parę kilometrów wzwyż. W naszym klimacie są zwiastunami pięknej pogody.

7) Strato-cumulus (S-Cu) są to chmury warstwowo kłębiaste, grube i ciemne powłoki, jakby zwarte w jedną wielką masę. Unoszą się na wysokości około 2 klm., w porze zimowej dość często pokrywają całe niebo.

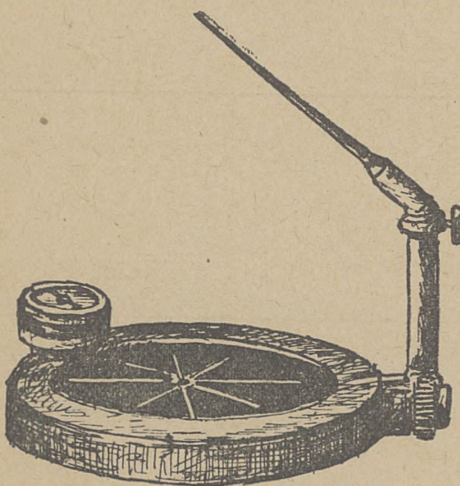
8) Cumulo-nimbus (C-N) chmury kłębiasto deszczowe o nieregularnych kształtach, nierównomiernie zabarwione na kolor szaro-czarny, unoszą się na wysokości od 1 — 5 klm. i są zwiastunami deszczu.

9) Nimbus (N) są to chmury deszczowe, ciemno-szare, grube, unoszą się na wysokości od 1 — 2 klm. — dają deszcze wzgl. śnieg.

10) Stratus (S) warstwowe chmury, a właściwie mgły wzniesione, pokrywają niebo jednostajną szarą powłoką i zaliczają się do chmur najniższych.

Chmury stale są w ruchu, przenoszą się w różnych kierunkach i mają najrozmaitszą szybkość na różnych wysokościach troposfery.

Rys. 28.



Nefoskop Pirchera.

Do obliczeń szybkości ruchu chmur i ich pomiarów istnieje specjalny przyrząd t. zw. nefoskop. Nefoskop jest to okrągłe zaciemnione lusterko w oprawie, na którem jest oznaczona t. zw. róża wiatrów (różne kierunki świata). Na obramowaniu lusterka mamy ruchomą iglicę czyli wskaźnik, z drugiej zaś strony jest umocowana busola.

Przy odpowiedniem nastawieniu nefoskopu wg. busoli — śledzimy odbity obraz chmur w lusterku i na podstawie róży wiatrów określamy ich kierunek.

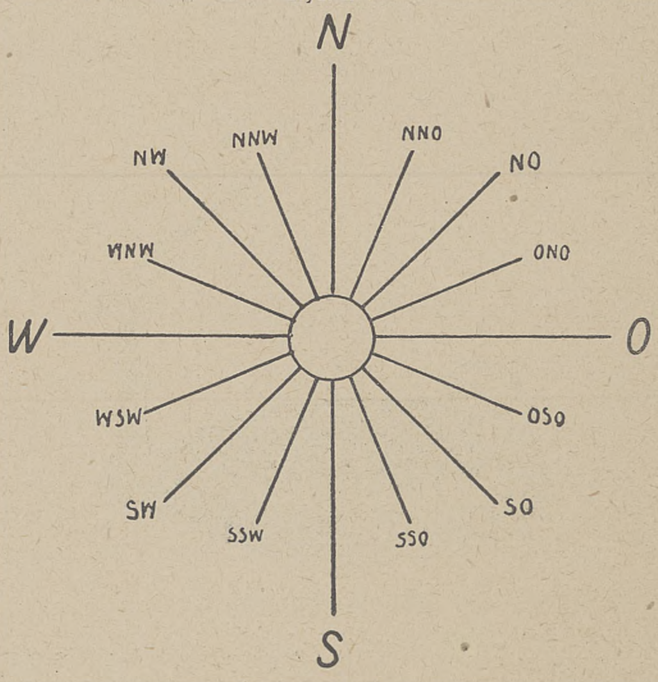
Deszcz. Jak już zaznaczyliśmy poprzednio, chmury i mgły składają się z bardzo drobniutkich kropelek wody, które łącząc się wzajemnie tworzą nieco większe kropelki, te ostatnie łatwiej przezwyciężają opór powietrza i w myśl zasad fizyki i ziemskiego przyciągania,

spadają. Przy spadaniu swem kropelki różnie się zmieniają, nieraz drobne łącząc się tworzą większe, lub też drobne kropelki przy ruchu wyparowują i nie dolatują do ziemi. Wobec tego krople deszczu posiadają najrozmaitsze wymiary, od t. zw. opadającej mgły do kroplistego deszczu, podczas silnej ulewy.

Udowodnionem jest, że temperatura spadającego deszczu jest niższą od temperatury powietrza o 3°.

Śnieg. Przy odpowiednio niskiej temperaturze, podczas kondensa-

Rys. 29.



Róża wiatrów.

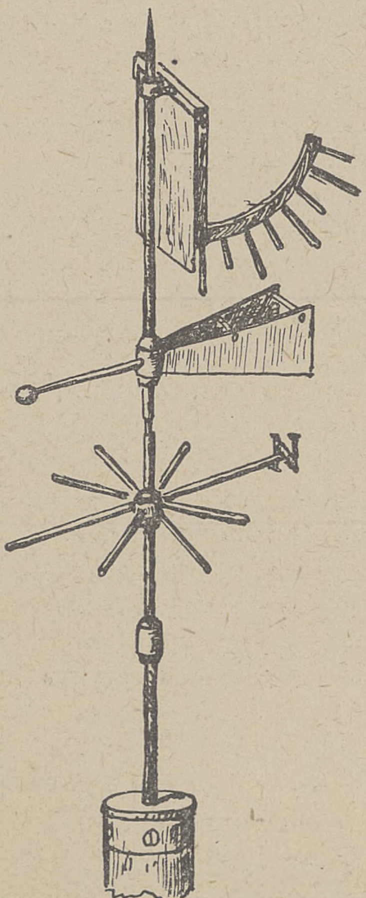
cji pary w atmosferze, para wodna przechodzi w stan stały — czyli śnieg. Płatki śniegu są zespołem wielu drobniutkich krzyształków zlodowaciałej pary wodnej.

Grad. Rozmiary bryłek gradu są najrozmaitsze od najdrobniejszych do wymiarów wielkości cytryny lub pomarańczy, a nieraz i większe. Struktura bryłek gradu jest następująca: jądro gradu ma konsystencję gąbkowatą i więcej miękką, jądro otoczone jest warstwami zlodowaciałej pary wodnej, które przy przekroju bryłki lodu są widoczne. Temperatura gradu jest niższa od 0°.

Krupa. Krupa jest to nieco odmienna forma zlodowaciałych opadów, a pośrednia pomiędzy gradem a śniegiem, ziarenka krupy są o nieregularnych kształtach i robią wrażenie zbitych śnieżynek.

Ruch powietrza. Poziome ruchy powietrza w troposferze nazywa-

Rys. 30.



Wiatromierz Wilda.

my wiatrami. Kierunek wiatru oznaczamy busolą, na której mamy zaznaczone 4 główne strony świata o nomenklaturze międzynarodowej: N — północ, S — południe, E — wschód i W — zachód. Z tych 4-ch głównych stron świata układają się jeszcze 4 pośrednie kierunki. NE—północo-wschód, SE—południowo-wschód, SW — południowo-zachód, NW północo-zachód. Wymienione osiem kierunków na-

zywamy kierunkami zasadniczemi. Następnie przeprowadza się jeszcze ośm kierunków pomocniczych np. NNE — północo-północo-zachód, ENNE — wschodnio-północo-wschód i t. d. Jeśli wykreślimy wszystkie 16 kierunków, otrzymamy t. zw. różę wiatrów. O ile pośrodku tej róży wiatrów umieścimy powiewną chorągiewkę i skierujemy różę wiatru tak, by znak N. był skierowany na północ — możemy z całą dokładnością określić kierunek wiatru.

Siłę wiatru czyli szybkość w strefie przyziemnej mierzymy zapomocą wiatromierzy Wilda. Przyrząd ten umocowuje się na słupku wzgl. na kiju, na którym umieszczona jest róża wiatru.

Na nasadce metalowej, ponad różą wiatrów, umieszcza się dwuskrzydłową metalową chorągiewkę, a nad nią przyrząd obliczeniowy Wilda. Dwuskrzydłowa chorągiewka zawsze przyjmuje pozycję kierunku wiatru. Przyrząd do obliczania siły wiatru składa się: z ramki metalowej o wymiarach 150 × 300 mm. w ramce umocowana jest na specjalnych zawiaskach płytka metalową o ciężarze 200 gr. Z boku, przy dolnej ramce jest umocowany, wygięty w łuk pręt metalowy, zaopatrzony w osiem rozstawionych odpowiednio sztyftów (4 sztyfty większe, 4—mniejsze). Przy odpowiedniem ustawieniu róży wiatrów w kierunku części świata, dwuskrzydłowa chorągiewka aparatu nastawia się do kierunku wiatru. Wiatr uderza w płytkę metalową, która, zależnie od siły wiatru, odchyla się pod pewnym kątem. Śledząc za kątem odchylenia się tabliczki, notujemy liczbę sztyftu, do którego odchyla się tabliczka, gdyż każdy sztyfcik odpowiada określonej sile wiatru:

Szybkość wiatru mierzy w m/sek. Jasnem jest, że przy słabszym wietrze tabliczka odchyla się do najbliżej umocowanego sztyfcika przy ramie, przy silniejszym — odchyli się do sztyfcików dalej położonych na łukowo wygiętym pręcie. Załączona tabliczka podaje obliceznia siły wiatrów:

pozycja	tabliczki	pionowa, sztyft 1	0 mtr/sek.
„	„	między sztyftem 1 i 2	1 „
„	„	przy sztyfcie 2	2 „
„	„	między sztyftem 2 i 3	3 „
„	„	przy sztyfcie 3	4 „
„	„	między sztyftem 3 i 4	5 „
„	„	przy sztyfcie 4	6 „
„	„	między sztyftami 4 i 5	7 „
„	„	przy sztyfcie 5	8 „
„	„	między sztyftami 5 i 6	9 „

pozycja tabliczki przy sztyfcie 6 . . . . 10 mtr/sek.
" " między sztyftami 6 i 7 . . . . . 12 "
" " sztyft 7 . . . . 14 "
" " między 7 i 8 . . . . 17 "
" " sztyft 8 . . . . 20 "

O ile chodzi o precyzyjne obliczenie siły wiatru, to do tego celu służą anemometry i anemografy, przyrządy więcej złożone, o których w niniejszym szkicu nie będziemy wspominać, albowiem zadaniem naszem jest podać tylko ogólne wskazówki, a nie omawiać meteorologji jako nauki.

Poza przyrządami do obliczenia siły wiatrów —możemy się posługiwać t. zw. skalą Beaufort'a, opartą na obserwacji fenologicznej, a mianowicie:

0 m/sek. — zupełna cisza,
1 " — wiatr b. słaby, dym podnosi się do góry prawie pionowo,
2 " — wiatr dość słaby, odczuwa się go na twarzy,
3 " — wiatr słaby — porusza liście,
4 " wiatr umiarkowany — porusza małe gałęzie na drzewach i unosi ubranie,
5 " — wiatr średni, porusza gałęzie, odczuwa się go silniej na twarzy,
6 " — wiatr dość mocny — porusza całe gałęzie drzew,
7 " — wiatr mocny — porusza słabe pnie,
8 " —wiatr bardzo mocny — —porusza pnie, tamuje ruch swobodny,
9 " — wicher przenosi niezbyt wielkie przedmioty,
10 " — wicher gwałtowny — łamie gałęzie,
11 " — wicher nader gwałtowny — łamie pnie,
12 " huragan — rozwala kominy i wyrywa drzewa z korzeniami.

Przyczyną powstania wiatru jest naruszenie równowagi w atmosferze, wskutek nierównomiernego rozkładu temperatury w kierunku poziomym. W tych warunkach powstają prądy wstępujące i zstępujące. Prądy wstępujące są to ruchy ogrzanego powietrza ku górze; ciśnienie barometryczne w tem miejscu obniża się; równowaga zatem zostaje naruszoną. Prądy zstępujące spływają do miejsca wznoszenia się ogrzanego powietrza. Przytem należy zaznaczyć, że wskutek obrotu ziemi następuje odchylenie wiatrów pod pewnym kątem, zależnie od szerokości geograficznej. Odchylenia te są w kierunku na pra-

wo od równika na północy w lewo od równika ku południowi. Siła odchylenia t. zw. siła Curiolisa jest prostopadłą do kierunku ruchu i jest proporcjonalną do wartości 2 v. p. sin. f, gdzie f oznacza szerokość geograficzną, P. = prędkość ruchu ciała, V prędkość kątową ruchu obrotu ziemi naokoło swej osi, wynosząca 0,000073. Stąd wynika, że obrót ziemi zmienia początkowy ruch mas powietrza.

Jako charakterystyczny przykład powyższego możemy wskazać na wichry t. zw. passaty i przeciw-passaty, które powstają wskutek nierównomiernego rozkładu usłonecznienia.

Wiemy, że najwyższa temperatura na kuli ziemskiej wypada po obu stronach równika i stopniowo maleje w kierunku obu biegunów, a wskutek różnic temperatury — powstają dwa kierunki wiatrów — górny i dolny.

Dolne wiatry wieją w kierunku równika, górne zaś w stronę biegunów, a wskutek obrotowego ruchu ziemi zmieniają swe kierunki.

Na zakończenie o wiatrach należy zaznaczyć, że są t. zw. wiatry morskie i lądowe, powstające naskutek nierównomiernego pochłaniania promieni i nasłoneczniania się ziemi i wody.

Wiemy, że woda słabiej i wolniej ogrzewa się niż ląd, natomiast wolniej ostyga, wobec tego w dzień będziemy mieli wiatr od strony morza t. zw. burzę morską, w ciągu zaś nocy — odwrotnie, t. j. od strony lądu burzę lądową.

Do zjawisk towarzyszących burzom należą: błyskawice, grzmoty i pioruny.

Błyskawice. Błyskawice rozróżniamy cztery: linjowe, rozproszone, kuliste i błyskawice bez grzmotów.

Błyskawice linjowe przecinają chmury w postaci wstęgi wężykowatej, nieraz rozgałęzionej, natomiast nigdy w postaci linij łamanych, długość błyskawicy sięga nieraz do 10 klm.

Błyskawice kuliste nie są bliżej zbadane, zjawiają się one w formie kuli ognistej, przenoszą się z taką szybkością, że ruch ich można obserwować wzrokiem. Czasem kulista błyskawica znika bez żadnego śladu, jednak dość często kula ognista eksploduje silnym hukiem i szerzy znaczne spustoszenia.

Błyskawice bez grzmotów są często oddalone o jakie 200 — 300 klm. od miejsca obserwacji i są uważane za prognozę dobrej pogody.

Wyładowaniom elektrycznym dość często towarzyszy grzmot. W miejscu i wpobliżu wyładowania elektrycznego słyszy się huk, jakby od wybuchu pocisku—suchy i krótki, natomiast w pewnej odległości od miejsca wyładowania — słyszymy charakterystyczne i ogól-

nie znane akustyczne zjawisko przelewania się odgłosu, co jest tylko odbiciem się echa od chmur. Więc paniczny strach osób bojących się grzmotów jest nieuzasadniony, gdyż faktyczne niebezpieczeństwo uderzenia pioruna z chwilą usłyszenia grzmotu już minęło.

Dość łatwo możemy obliczyć odległość wyładowania elektrycznego od miejsca naszej obserwacji.

Wiemy, że szybkość rozchodzenia się głosu w powietrzu wynosi 330 m/sek. szybkość zaś światła — około 300.000 klm/sek.

Chcąc przeprowadzić te obliczenia — należy obliczyć ilość sekund od momentu zaobserwowania błyskawicy, do chwili odgłosu grzmotu i otrzymaną ilość sekund należy przemnożyć przez 330. Otrzymamy odległość w metrach od miejsca naszej obserwacji do miejsca uderzenia piorunu.

Pioruny uderzają wtedy, gdy chmura jest silnie naładowana elektrycznością i zniża się dostatecznie do ziemi.

Po przytoczeniu zasadniczych podstaw meteorologji omówimy pokrótce możliwości przewidywania pogody.

Ponieważ, jak już wiemy, stan pogody jest w ścisłej zależności od stanu atmosfery na bardzo wielkich i rozległych obszarach, przeto chcąc zorjentować się co się dzieje wokoło nas — musimy posiadać wiadomości z bliższych i dalszych stacyj meteorologicznych, rozsianych po całym świecie i na podstawie tych danych wykreślamy t. zw. mapy synoptyczne zapomocą t. zw. izobarów, czyli linij izobarycznych,, które łączą te wszystkie punkty, gdzie panuje jednakowe ciśnienie barometryczne.

Linje izobaryczne są zawsze krzywe i przypominają zniekształconą formę elipsy.

Łącząc różne punkty o jednakowych ciśnieniach, otrzymamy całą mapę, pokrytą linjami izobar.

Spoglądając na tak sporządzoną mapę, odrazu daje się zauważyć, gdzie są większe ciśnienia barometryczne, czyli t. zw. wyż barometryczny, a gdzie panuje niższe ciśnienie czyli t. zw. niż.

Z poprzedniego rozdziału wiemy, że wyż barometryczny będzie się przesuwał w kierunku niżu i to tem szybciej, im są większe różnice ciśnienia, czyli t. zw. gradient barometryczny, a zatem określimy nietylko kierunek tego ruchu, ale i jego szybkość.

Należy jednak pamiętać o wspomnianej poprzednio sile odchylenia wiatrów, uzależnionej od szerokości geograficznej.

Poza izobarami na mapkach synoptycznych oznacza się również i inne elementy meteorologiczne zapomocą omówionych międzynarodowych znaków, podawanych wzajemnie przez stacje meteorolo-

giczne. A mianowicie: podaje się stopień zachmurzenia nieba, opady, (deszcz, śnieg, krupa), temperaturę, wiatry i t. p.

Mając tak sporządzoną i uzupełnioną mapę, mamy obraz układu meteorologicznego na całym obszarze, z którego następnie wnioskujemy o mogących wyniknąć zmianach pogody w najbliższym czasie.

Nie posiadając pod ręką map synoptycznych — można przewidzieć pogodę na podstawie obserwacji barometru, notując i śledząc zachodzące zmiany w ciśnieniu powietrza.

Barometry, z umieszczonemi na skali napisami, jak to: pogoda, deszcz, zmiana i t. d.—mogą mieć dopiero wtedy znaczenie—o ile napisy te są dostosowane do lokalnych warunków, inaczej bowiem mogą wprowadzić w błąd. Dla potwierdzenia powyższego przytoczymy charakterystyczny przykład, a mianowicie: o ile ciśnienie powietrza 760 mm. na poziomie morza jest ciśnieniem średnim, to w Warszawie (110 mtr ponad poziomem morza) — będzie ciśnieniem wysokiem, a w Zakopanem (830 mtr ponad poziomem morza) będzie tak wysokiem, że podobne zjawisko nie może mieć nawet miejsca.

Nagły i znaczny spadek barometru jest zwiastunem zbliżającej się depresji, jeśli zaś zauważymy stałe i stopniowe wzrastanie ciśnienia — wskaże nam to pogodę.

W życiu codziennem prognozy pogody są oparte na obserwacjach wiatrów, obłoków, przejrzystości i wilgotności powietrza, barwy nieba, zachmurzenia, zachowania się roślin i zwierząt.

Np. zbliżające się chmury pierzasto-warstwowe lub pierzasto-kłębiaste są zwiastunami zmiany pogody na gorszą, również wiatry zachodnie i południowo-zachodnie w naszych warunkach przynoszą niepogodę.

Nieraz zapowiedzią deszczu może być znaczna przezroczystość powietrza, wzgl. donioslość oddalonego szmeru czy też głosu. Niebo, zabarwione na kolor czerwono-żółtawy w czasie zachodu słońca — jest zapowiedzią wiatru w dniu następnym.

Niektóre warunki lokalne również sprzyjają do prognozy pogody, do takich zaliczamy góry. Miejscowa ludność dokładnie orjentuje się, obserwując szczyty gór i wie, że o ile chmura pokrywa lub też sięga szczytu pewnej góry — deszcz jest nieunikniony. Nasi górale w Zakopanem nieraz mówią: że „Giewont zapalił fajkę — będzie deszcz“, co znaczy, że chmury tak nisko opuściły się, że pokryły szczyt Giewontu.

Co do ludowych przepowiedni pogody i to z obliczeniem na dłuższy okres czasu — należy się odnosić krytycznie, gdyż prognozy te są oparte na przesądach.

W poprzednich rozdziałach byliśmy zmuszeni omówić niektóre ważniejsze elementy meteorologiczne warstw przyziemnych, a to z tego względu, by zapoznać się z środowiskiem, które podczas walk chemicznych ma być zatrute gazami bojowemi.

Elementy te mogą mieć dodatnie jak również i ujemne strony pızy walce chemicznej.

Należy przypuszczać, że wobec udoskonalenia i rozwoju techniki walki chemicznej, pierwotny sposób stosowania ataku zapomocą fali gazowej nie będzie miał miejsca.

Jednak tej sprawie poświęcimy słów kilka ze względu na to, że nowe metody walki dają możność wytworzenia takiejże fali bezpośrednio na linji nieprzyjaciela wzgl. na jego tyłach.

Z historji broni chemicznej, oraz chemji gazów bojowych wiemy, że do pierwszych ataków używano fali gazowej z chloru wzgl. mieszaniny chloru z fosgenem.

Gazy te były wypuszczane przez przeciwnika z t. zw. kolektorów czyli całego szeregu butli stalowych. Wypuszczony w taki sposób gaz jako cięższy od powietrza — słał się na powierzchni ziemi i był przenoszony wiatrem w kierunku nieprzyjaciela. Najodpowiedniejszym wiatrem był wiatr o szybkości 3 mtr/sek., gdyż silniejsze — rozpraszałyby chmury gazowe, przed dojściem do miejsca przeznaczenia.

Ponieważ temperatura powietrza przy atakach falowych ma również doniosłe znaczenie, przeto ataki starano się wykonywać wczesnym rankiem przed wschodem słońca, przyczem unikało się wzmożonej dyfuzji gazów.

Wilgotność powietrza jak również i ranna rosa na drodze przejścia fali gazowej — odgrywała pewną rolę — gazy częściowo hydrolizowały, lecz te nieznaczne osłabienia toksykologiczne fali nie były brane pod uwagę.

Nie należy się spodziewać ataków fali gazowej jeśli wiatr wieje w kierunku do nieprzyjaciela, jeśli wiatr jest silniejszy od 6—7 m/sek i wieje od strony nieprzyjaciela, jeśli jest silne usłonecznienie, i gdy pada silny deszcz, który wymywa powietrze z gazów bojowych.

W porze zimowej, o ile fala przechodzi nad pokrywą śnieżną pulchną —hydroliza następuje w bardzo słabej formie, natomiast, gdy fala przechodzi po pokrowie śnieżnej zlodowaciałej, gładka powierzchnia sprzyja posuwaniu się fali.

Postęp techniki walki chemicznej dał możność wytwarzania gazów, i to o dość silnej koncentracji, bezpośrednio na odcinku wzgl.

w terenie nieprzyjaciela i to w każdej porze dnia i nocy zapomocą t. zw. miotaczy Liwensa, wzgl. większej ilości pocisków artyleryjskich.

Każda mina Liwensa zawiera około 13 kg. skroplonego gazu bojowego, baterja Liwensa składa się z 20 miotaczy, więc jedna baterja jest zdolną przesłać jednocześnie na wyznaczony odcinek 260 klg. ciekłego gazu, a 10 bateryj 2600 klg.

Uzyskuje się wobec tego taką koncentrację — jakiej nie dałoby się osiągnąć zapomocą fali gazowej.

Przytem należy zaznaczyć, że atak zapomocą Liwensów może być wykonany nawet przy słabym wietrze w kierunku odwrotnym, jaki jest wymagany przy falach gazowych.

Tak samo jak i przy fali gazowej, tak i przy ataku z miotaczy, warunki atmosferyczne mogą odegrać pewną ujemną lub też dodatnią rolę.

Z chemji gazów bojowych wiemy, że prawie 90% gazów bojowych w swym składzie zawiera chlor, a zatem gazy różnie w różnych warunkach hydrolizują, im większą będzie wilgotność powietrza, im większy byłby deszcz — tem szybciej nastąpiłaby miejscowa hydroliza, która osłabi działanie gazu. Im wyższa będzie temperatura — tem szybciej nastąpi parowanie i dyfuzja gazów, a im silniejszy będzie wiatr — tem prędzej rozwieje obłok gazowy.

Jednak technika i taktyka walki gazowej przyjmuje pod uwagę tylko siłę i kierunek wiatru i zawsze stara się użyć takiej ilości pocisków, by inne elementy i wpływy atmosferyczne — nie osłabiły koncentracji toksycznej gazów.

W odniesieniu do terenu — jasnem jest, że najlepszym terenem dla przesuwania się obłoku gazowego — jest teren równy i odkryty.

Nieznaczne wzniesienia, niewielkie wgłębienia, rzeki i stawy i łagodnie pochylone brzegi jezior — nie odgrywają wielkiej roli. Natomiast duże i wysokie pagórki, parowy, zalesienia wzgl. zakrzewione tereny, jak również strome brzegi rzek i jezior — mogą służyć poważną przeszkodą na drodze obłoku gazowego.

O ile las jest przeszkodą dla ruchu fali gazowej i fala opływa go zgóry, o tyle jeśli sam las zostanie ostrzelany pociskami gazowemi, wobec braku przewiewu i wiatru, wtedy nawet gazy bardzo lotne, przetrwają w lesie czas dłuższy.

Zatrucie atmosfery pociskami gazowemi wzgl. minami odbywa się na miejscu eksplozji pocisku t. j. na terenie nieprzyjaciela, a zatem warunki atmosferyczne takie, jakie miały znaczenie przy przejściu fali gazowej, nie odgrywają ważniejszej roli, albowiem działanie ich zaczyna się, że tak powiemy, na miejscu przeznaczenia

z chwilą wybuchu, a zatem wcześniej może nastąpić zatrucie, jak hydroliza względnie dyfuzia. Sprzyjającemi warunkami atmosferycznemi w danym wypadku są: suche powietrze, i brak wiatrów. Przy takich warunkach można wytworzyć dość silną koncentrację gazów, nawet mało wydatnemi pociskami gazowemi.

Powyższe dotyczyłoby gazów bojowych łatwolotnych, natomiast przy obstrzale pociskami z gazami długotrwałemi, jak np. iperytem, suche powietrze, wiatr jak również i wyższa temperatura — sprzyjałyby parowaniu, zatem przyśpieszyłyby toksyczność trudnolotnych gazów bojowych.

Przy stosowaniu świec dymnych i sternitów siła wiatru od 3—5 m/sek, jak również i prądy konwekcyjne, przyśpieszają wymieszanie się dymu z większą ilością powietrza, a zatem zmniejszają ich napastliwość.

Najodpowiedniejszemi warunkami atmosferycznemi przy stosowaniu świec dymnych są wiatry o szybkości od 0,25 mtr/sek do 2 mtr/sek oraz brak prądów zstępujących, brak deszczu, który wypłókuje z powietrza dymy bojowe.

W odniesieniu do szeroko omawianych obecnie i projektowanych deszczów, czyli rozpylania z samolotów substancyj płynnych i stałych, to takowe po rozpyleniu ich z samolotu, po pewnym czasie opadną na ziemię.

O ile samolot będzie rozpylać substancje płynne, te będą opadać z szybkością mniej więcej taką, jaką podaliśmy przy obliczeniu spadaniu kropel deszczu.

W celu przyśpieszenia opadów substancyj płynnych z samolotu mogą one być obciążane innemi substancjami cięższemi i spadek ich będzie przyśpieszony.

O ile samolot rozpyli substancje stałe, to szybkość ich spadania ku ziemi będzie zależała od średnicy tych zawiesinek.

Uwzględniając szybkość parowania i hydrolizę lotnych gazów bojowych, wątpliwem jest, by łatwolotne gazy były rozpylane przez samoloty.

Prawdopodobnie dla tego celu będą stosowane ciała o opóźnionem czasie działania, takie jak iperyt, lewizyt, wzgl. inne zbliżone do tej grupy, które na drodze swego spadku nie ulegną zmianie i przy tych warunkach zatrują przyziemną atmosferę, jak również i teren.

Pewne czynniki meteorologiczne mogą odegrać nieznaczną tylko rolę, a do takich zaliczamy prądy konwekcyjne, szybkość wiatru oraz temperaturę.

Na tem zakończymy krótki szkic meteorologji w odniesieniu do broni chemicznej.

LOTNICTWO, BROŃ CHEMICZNA W LOTNICTWIE CZYLI T. ZW. „AWJOCHEMJA" I OBRONA TYŁÓW.

W dawnych czasach, gdy powstawały wojny pomiędzy 2 plemionami lub wśród poszczególnych narodów, toczyły się one, że tak powiemy, na śmierć i życie. Każdy walczący wiedział o tem, że przegrana bitwa w skutku daje, jeśli nie całkowite zniszczenie samodzielności plemienia — to niesie śmierć, pożogę, rabunek, pobranie wielkiej ilości łupu i niewolnika, który będzie podążał za triumfalnym pochodem zwycięzcy.

Z historji starć zbrojnych w czasach bardzo zamierzchłych czerpiemy wiadomości, że do walki ówczesnej stawał prawie cały naród, każdy kto był zdolny chwytał za broń. Jednak z biegiem czasu i z rozwojem samego sprzętu walki zaszła pewna potrzeba specjalizacji władania tym orężem i wobec tego powstaje zawód specjalistów sztuki wojennej. Począwszy od rzymskich legjonów, rycerstwa wojsk najemnych, pospolitego ruszenia, drużyn, i t. d., aż do czasów pobierania rekruta, specjalizacja ta spada na barki pewnej części społeczeństwa t. j. wojska.

Reszta ludności pozostawała w głębi kraju; nieraz nie odczuwała prawie wojny, jeśli nie liczyć poborów rezerwistów, rekruta, lub pewnych podatków związanych z wojną.

Mamy tu już przykład podziału wojującego państwa na 2 nierówne grupy, mniejszą armję czynną i większą grupę — ludność cywilną.

Lecz niebawem nowoczesne walki, ze względu na rozwój sprzętu i zapotrzebowania armji, zaczynają przypominać nam wspomniany wyżej przykład z czasów zamierzchłych, że cały kraj staje do walki. Często wygłaszane hasła: „Wszystko i wszyscy dla frontu" mają głębokie i słuszne znaczenie w czasie teraźniejszych starć wojennych, albowiem dzisiejsze walki, jak to udowodniła wojna światowa, są prowadzone z obliczeniem na wyczerpanie nieprzyjaciela i zasobów jego kraju.

O ile sięgniemy do walk w średniowieczu, pierwsze co zwróci naszą uwagę — to linja frontu i pole bitwy, które tak były nieznaczne, że wódz, stojąc na wzgórzu, lub będąc na koniu, mógł gołem okiem objąć pole bitwy, kierować przebiegiem walki, wydając te lub inne rozkazy i polecenia.

Były to czasy, gdy sprawność fizyczna, sprzęt i odwaga osobista, jak również i ilość żołnierza decydowały o losie bitwy.

Jak dziś, tak i dawnemi czasy, wywiad wojskowy był niezbędnym

czynnikiem dla wodza, dając mu pewne dane o liczebnym stanie wroga, o jego zamiarach, ruchach, o zaprowiantowaniu i t. p.

Śledząc za historycznym rozwojem sprzętu walki, spostrzegamy, że jednocześnie z ulepszeniem tych środków, linje frontu coraz się wydłużają, przestrzenie, dzielące nieprzyjacielskie linje, coraz stają się większe. Zmieniła się sama taktyka walki, ugrupowanie sił walczących i coraz to trudniejszym staje się wywiad.

Oko wodza już nie sięga pola bitwy, które się rozciąga na całe kilometry, a bitwa trwa bez przerwy nie dnie i tygodnie, a nieraz całe miesiące i lata. Wódz wydaje swe rozkazy na podstawie raportów, wywiadów wojskowych i płatnych wywiadów agentów, które są nieraz bardzo szczupłe i niepewne.

W historji wojen spotykamy wzmianki, że nieraz brak danych o nieprzyjacielu niweczył los pewnej wygranej bitwy. I oto wynalazek z czasów pokojowych — mianowicie — samolot, stał się tym szybkim i spostrzegawczym okiem wodza, które pozwala mu zajrzeć głęboko na tyły nieprzyjaciela.

Lotnik dostarcza nietylko wiadomości z dokonanej obserwacji, lecz i fotografje; zwiady zaś wojskowe, wywiad szpiegowski oraz badanie jeńców uzupełniają dane o nieprzyjacielu. Na początku wojny światowej głównym zadaniem lotnictwa był wywiad.

Lotnik prawie bezkarnie przelatywał pierwszą i drugą linję okopów nieprzyjaciela i mógł obserwować to, co leżało w jego zadaniu. Kule karabinowe i pociski armatnie kierowane doń z ziemi najczęściej nie dolatywały lub mijały go. Nieraz lotnicy z wrogich obozów spotykali się w powietrzu, obserwowali jeden drugiego i każdy dążył swą drogą.

W tym to czasie powstała myśl, że zwalczać wywiadowcę lotnika — może tylko lotnik.

Lotnicy zaczęli się uzbrajać początkowo w automatyczne pistolety, następnie zaś w karabiny maszynowe, a z biegiem czasu i w małe armatki. W tym to czasie została zapoczątkowana walka powietrzna. Niebawem powstał projekt zastosowania samolotów do zwalczania przeciwnika, znajdującego się na ziemi, zapomocą karabinów maszynowych i bomb kruszących, a z chwilą rozwoju i broni chemicznej, w czasie wojny światowej, projektowano w 1918 r. wyposażać lotników i w bomby gazowe.

O ile uwzględnimy szybki rozwój lotnictwa z jednej strony i takiż szybki rozwój broni chemicznej z drugiej strony, to przyjdziemy do wniosku, że w przyszłej wojnie t. zw. „awjochemja" odegra rolę pierwszorzędną. I nic dziwnego, że dziś zastosowanie broni che-

micznej naogół, a tembardziej przez lotnictwo, coraz to bardziej zaczyna interesować umysł ludzki i wywołuje pewien niepokój w świecie. Poza tem należy zaznaczyć, że rzucanie bomb kruszących z aeroplanów miało miejsce w czasie wojny Trypolitańskiej w r. 1911 i wojny Bałkańskiej w r. 1912. Rezultaty jednak były bardzo nikłe, albowiem działały one więcej na psychikę żołnierza, niż szkodziły mu. Niepowodzenia te tłumaczymy brakiem odpowiednich przyrządów celowniczych i słabą nośnością ówczesnych aparatów lotniczych. Dziś niedokładności te są już usunięte.

Ponieważ czynnikiem kolosalnego postępu i rozwoju lotnictwa była wojna światowa, przeto właściwem byłoby chociaż pobieżnie słów parę wspomnieć o tem postępie, na który w czasie pokoju, uwzględniając przedwojenny postęp w lotnictwie, czekalibyśmy minimum pół wieku.

Wojskowa aeronautyka liczy zaledwie 15—18 lat istnienia i jest prawie rówieśniczką broni chemicznej; chrzest zaś bojowy otrzymała dopiero podczas wojny światowej.

Tem niemniej poważnie się zainteresowano tą bronią, a niektórzy strategicy nazywają lotnictwo trzecim elementem uzbrojenia.

Jak się lotnictwo rozwinęło podczas wojny, niech świadczą następujące dane.

O ile państwa wojujące posiadały na początku wojny światowej t. j. w r. 1914 po paręset samolotów, to pod koniec wojny ilość ta wzrosła do kilku tysięcy. Francja miała 3608 samolotów, Anglja — 3500, Niemcy, jak twierdzą niektóre źródła, miały 3500, inne zaś źródła twierdzą, że posiadały około 5000 samolotów. Przytoczone cyfry dotyczą ilości samolotów będących na froncie.

Ciekawsze dane możemy przytoczyć co do produkcji samolotów, jak również motorów lotniczych w niektórych państwach.

ROK	NIEMCY ilość wyprodukowanych		ROK	FRANCJA ilość wyprodukowanych	
	samolotów	motorów		samolotów	motorów
1913	436	—	—	—	—
1914	1.348	842 (w 2 mies.)	1914	541	1.065
1915	4.532	5.037	1915	4.469	7.089
1916	8.182	7.882	1916	7.549	86 785
1917	19.745	11.200	1917	14.915	23.692
1918	14.123	15.540	1918	23.659	44.553
Należy zaznaczyć, że Niemcy zasilały swych sprzymierzeńców w aparaty lotnicze.				ANGLJA	
			1915	53o	141
			1917	7.137	1.900
			1918	40.000	?

Jak już zaznaczyliśmy poprzednio, nieznaczne korzyści wojującym dało lotnictwo z czasów wojny Trypolitańskiej i Bałkańskiej, zawdzięczając słabej nośności aparatów; takież same rezultaty otrzymano i w pierwszym roku wojny światowej. Dopiero rok 1915-y jest rokiem przełomowym w lotnictwie, w tym to czasie zaczęto budowę szybkolotnych i o większej sile nośnej aparatów oraz zaopatrzono je w specjalne przyrządy celownicze.

W tym to czasie ukazały się niemieckie płatowce typu Rumpler i Ago, jak również francuskie — Brege-Voisin'a o sile nośnej od 400 do 500 kg. bomb. Następnie ukazują się: Leviatan Brege o sile nośnej 2200 kg., Iglson — 3600, Remington-Burnelli 1600 kg., Pacific—2300 kg. Po pewnym czasie rozwój posuwa się dalej, są już aparaty dwumotorowe angielskie Winkers-Wimi, czteromotorowe Hendley Pege i Bristol o nośności około 4000 kg.

Niemcy natomiast budują czteromotorowe płatowce Linke-Hoffman i pięciomotorowe Zepellin-Stacken i sześciomotorowe Simens i Schucker o nośności około 7000 kg., lecz te ostatnie, z powodu zawieszenia broni, nie zdążyły trafić na front.

Rosyjski typ czteromotorowego płatowca „Ilja Muromiec" był znany jeszcze przed wojną światową, skonstruował go student Kijowskiej Politechniki Sikorski i jeszcze przed wojną odbywał na nim loty z Kijowa do Petersburga.

Przytoczone powyżej przykłady dają nam obraz rozwoju aparatów lotniczych w r. 1915, co do ich siły nośnej.

W tym to czasie, w zależności od zadań wojskowych, lotnictwo zostało podzielone na kilka kategoryj, a mianowicie:

na lotnictwo obserwacyjne czyli wywiadowcze,
" " myśliwskie (samodzielne),
" " niszczycielskie,
" " szturmowe, a pod koniec wojny i
" " sanitarne.

W r. 1916 ukazały się niszczycielskie niemieckie płatowce — Galbersztadt, poruszane motorami o sile 160 — 185 koni mechan. o szybkości lotu około 175 klm. na godzinę, następnie Gannoweraner i Junkiersy o szybkości 185 — 190 klm. na godzinę, dalej angielskie Soproit-Salamandra i t. d.

Najlżejszy aparat francuski marki Brege XIV B_2 mógł się unosić na wysokości 5.800 mtr. Obładowany zaś płatowiec dla wzniesienia się na wysokość 2.000 mtr. potrzebował 10 — 12 minut.

W literaturze powojennej w Stanach Zjednoczonych Am. Pół., (rok 1924) spotykamy wzmianki dotyczące budowy aparatów szturmowych, tak zwane oparaty Larsena z motorem Liberti o sile 400 koni mechanicznych. Szybkość aparatu jest obliczoną na 225 klm. na godzinę. Aparat ten jest opancerzony, wyposażony w kilkanaście karabinów maszynowych, z których część jest przeznaczona dla ostrzeliwania celów ziemnych i obrony własnej, uruchomiano je zapomocą klawiatury. Próby z tym aparatem były przeprowadzone, jednak w literaturze żadnych wzmianek o tem niema.

Natomiast wiadomem jest, że armja St. Zjednoczonych Am. Pł. już w 1925 r. była wyposażona w opancerzone samoloty Biuning'a typ „Al" z 2-ma motorami systemu Liberti o sile 400 koni mechanicznych. Aparaty te są uzbrojone w armatkę 37 mm i 6 karabinów maszynowych. Również wiadomem jest, że są w próbie aparaty o wadze brutto 30.000 klg., ze zdolnością podjęcia t. zw. pożytecznego ciężaru 15.000 klg., a opracowują się projekty aparatów o wadze brutto 50.000 klg., ze zdolnością podjęcia 22.000 klg.

Z przytoczonych przykładów widzimy, jak znaczny postęp w lotnictwie spowodowała wojna.

Bomby lotnicze najczęściej miały formę wydłużoną, przypominającą formę cygara. Zaopatrzono je w specjalne ochraniacze, a to celem zabezpieczenia w czasie lotu od eksplozji. W czasie wojny światowej używano bomby o najrozmaitszej wadze, poczynając od wagi 4 kg. do 1000 kg., obecnie waga bomb dochodzi do 2000 klg.

Zależnie od zadań taktycznych, w czasie wojny światowej używano bomby kruszące, bomby podskakująco-kruszące, które rozrywały się po odbiciu od ziemi i porażały swemi odłamkami otoczenie, używano bomby dymotwórcze, zapalające, dla objektów łatwopalnych stosowano też bomby wypełniane płynem palnym, dającym ogień o stosunkowo niskiej temperaturze; dla objektów trudnopalnych stosowano bomby termitowe o małym płomieniu i temperaturze około 3000 stopni, używano również bomb świetlnych ze spadochronami dla obserwacji i fotografji nocnej, były też używane bomby hydrostatyczne, eksplodujące pod wodą.

Co do przyrządów celowniczych, to takowe również uległy znacznej modyfikacji w stosunku do używanych pierwotnie podczas wojny światowej. Celność rzutu polega, nie tylko na umiejętnem wykorzystaniu przyrządów celowniczych, lecz w dużej mierze zależy od siły wiatru, wysokości i szybkości lotu, przeźroczystości atmosfery, konfiguracji i wielkości celu.

Lotnictwo morskie ma taki sam podział, co do zadań taktycznych, jak i lotnictwo lądowe.

Aparaty morskie, o ile działają ze specjalnej bazy statków, są na kółkach, o ile mają bazę w porcie — są na łodziach lub pływakach. Najnowszy typ morskiego samolotu, t. zw. „Amfibja" posiada i kółka i pływaki, jest typem mieszanym. Aby podkreślić skuteczność działania morskiej awiacji, przytoczymy przykład — niemiecki pancernik Alabama, posiadający pancerz grubości 16,5 cala, został zatopiony w ciągu 30 sekund od 2 celnych awiobomb o wadze 900 kg., koszt zaś pancernika wynosił tyle, co koszt 2000 samolotów.

Łódź podwodną niemiecką M 117 zatopiono w ciągu 6 minut bombami lotniczemi o wadze 74 kg., lotnik bombardował łódź z wysokości 350 mtr. lecąc z szybkością 160 klm. na godzinę.

Najważniejszym czynnikiem przemawiającym za szerokiem stosowaniem lotnictwa niszczycielskiego, wyposażonego w bomby kruszące i bomby gazowe, jest przedewszystkiem szybka możność zaskoczenia wroga nie tylko na linji frontu, lecz i na tyłach. Sprzyjają ku temu szybkość lokomocji, łatwość manewrowania i dotarcia do celów najdalej położonych, do których nie sięga nawet najpotężniejsza, t. zw. niemiecka nadarmata „Kolosal", przy pomocy której Niemcy ostrzeliwali Paryż z odległości 120 klm. O ile zaś uwzględnimy, że czas takiej armaty jest dość krótki, maksymalna wydajność 15 — 20 strzałów, przyjmiemy pod uwagę, że zastosowanie takiej armaty ma miejsce tylko przy wojnie pozycyjnej, t. j. przy ustalonym froncie, że środki lokomocji, jak również ustawienie wymaga specjalnych urządzeń, — śmiała rzec możemy, iż przy nowoczesnej taktyce manewrowej, takie nadarmaty nie będą stosowane, — wobec tego dezorganizowanie tyłów nieprzyjaciela przypadnie w udziale li tylko lotnictwu.

Z powyższego wynika, że samolot w przyszłej wojnie zamieni dalekonośne armaty. O ile w ubiegłej wojnie stosowano bomby 5 i 10 klg. i to wyłącznie kruszące, to dziś takowe już ważą po 2 tonny. Stara artylerja przeżyła się, a nawet nowoczesna dalekonośna artylerja, która jest zdolną przenieść swe pociski na 20 klm., wobec rozwoju lotnictwa, które może przenieść swe 2-tonnowe bomby kruszące, czy gazowe na 200 — 250 klm. w głąb terenu nieprzyjaciela, jest zabawką. Pociski zaś artyleryjskie wobec 2-tonnowej dzisiejszej bomby są maluczkiemi kulkami, które dałoby się tak porównać, jak kulkę floweru do pocisku armaty.

Na zmianę pocisków kruszących, które są groźne tylko w chwili wybuchu, przyjdą bomby gazowe, tembardziej, że broń chemiczna jest w kilkaset razy tańszą od broni kruszącej. Materjał zaś kruszący

w przyszłej wojnie zajmie miejsce pomocnicze do rozsadzania skorupy bomb gazowych.

Już w czasie wojny światowej zaczęto wyzyskiwać skorupy pocisków artyleryjskich i napełniano je gazami bojowemi, następnie stosowano miotacze Liwensa i Stokes'a, zapomocą których wytwarzano zabójcze koncentracje gazów na terenie nieprzyjaciela, ale ujemną stroną tych miotaczy była niedaleka siła nośna (sięgająca zaledwie 4 klm.).

Jako powojenne próby stosowania „awiobomb" przytoczymy przykład: 30 września 1921 r. na poligonie Eberdi w Ameryce, wypróbowano bombę o wadze brutto 1950 kg., zawierającą substancji wybuchowej 1800 kg.; chciano się bowiem przekonać o działaniu takowej. Długość bomby wynosiła 4 mtr. i 10 cmt. średnica 60 cmt. Dla lepszej obserwacji lotu bomby, pomalowano ją na kolor czerwony z 4 żółtemi pasami. Bombę tę puszczono z aparatu Handlej Page z wysokości 1500 mtr. w odległości 500 mtr. od trybun obserwacyjnych. Wybuch był silny, lecz słabszy aniżeli się spodziewano, lej utworzony przez bombę miał średnicę 30 mtr., głębokości zaś był 7,5 mtr.

Według obliczeń generała Fraisa wypada, że o ile zostałaby wyrzucona 2-tonnowa bomba gazowa, to zatrułaby 140.000 $mtr.^2$ powierzchni, a koncentracja gazu byłaby tak zabójczą, że wszystko żyjące na tej przestrzeni zginęłoby.

Jeśli teraz porównamy działanie bomby kruszącej oraz bomby gazowej, to spostrzec możemy kolosalną różnicę promieni działania bomb. Następnie należy zaznaczyć, że przez teren po bombie kruszącej możemy przejść prawie niezwłocznie po wybuchu, natomiast po terenie zatrutym bombą gazową w zależności od gatunku gazu, np. iperytu, luizytu — teren zostanie zatruty na kilka tygodni. Omawialiśmy tu działanie jednego aparatu lotniczego i jednej bomby gazowej, a jak się przedstawia działanie eskadry lotniczej, składającej się z 50 takich samolotów z bombami gazowemi, efekt będzie tak przerażający, że całe miasta ulegną zagładzie.

Tenże generał Frais obliczył, że 1 awiochemiczna bomba napełniona 450 kg. luizytu może zatruć 10 kwartałów Nowego Jorku, eskadra z 25 samolotów, obciążonych każda 2-ma 2-tonnowemi bombami luizytu z całego Nowego Jorku zrobi cmentarzysko.

Cóż wobec tego powiedzą ci, którzy na podstawie nieścisłych danych z czasu wojny światowej, twierdzą, że broń chemiczna nie jest tak straszną, jak się mówi.

Mylne są ich przypuszczenia, zapominają bowiem o tem, że każdy nowy oręż walki ma pewną normalną historję swego rozwoju.

Nie należy zapominać, że broń chemiczna w czasie wojny światowej była dopiero w powijakach, że aljanci narazie nie mogli zastosować wobec Niemców odwetu tą bronią, wobec braku własnego przemysłu chemicznego, który dopiero zaczęli tworzyć. Również i sami inicjatorzy zastosowania broni chemicznej — Niemcy pierwotnie nieufni, co do działania tej broni, dorywczo stosowali ją w postaci fal gazowych na niewielką skalę i, że zresztą i przemysł niemiecki też nie był gotów do masowej produkcji potrzebnych gazów w r. 1915. I tu właśnie kryje się kolosalny błąd niemiecki, że będąc nieufni co do działania tej broni — zrobili próbę, nie mając zapasów w kraju, by po pierwszem powodzeniu bezwzględnie kontynuować odniesione sukcesy, a dali możność aljantom już po roku czasu osiągnąć przewagę nad sobą.

Dopiero pod koniec wojny faktycznie rozpoczęła się walka chemiczna, która w swym skutku dała przeszło 600.000 ofiar na polu walki. Należy tu jeszcze zaznaczyć, że walki toczyły się na kilku frontach, a wobec braku fachowców i obsługi takowych, oddziały gazowe należało przenosić wraz ze sprzętem z frontu na front.

A jakże się będzie przedstawiać walka na jednym z frontów, zachodnim lub wschodnim, gdy fachowe oddziały nie będą obsługiwać kilku frontów, lecz tylko jeden przydzielony im odcinek, przy dzisiejszych postępach lotnictwa i broni chemicznej?

Przypuszczamy, że często wzmiankowane 28% strat od broni chemicznej, nieco się zwiększy.

Jak ważnem jest porażenie tyłów nieprzyjaciela, tej głównej arterji, zasilającej armję frontową — niech posłuży nam przykład zaopatrzenia armji francuskiej, składającej się z 20 dywizyj piechoty, z których tylko 12 dywizyj było na linji walki, a 8 w odwodzie. Codziennie na front dostarczano:

40.000 tn. żywności, 20.000 tn. amunicji, 8.000 tn. sprzętu inżynieryjno-saperskiego, 8.000 tn. materjału dla reparacji dróg komunikacji, 8.000 tn. różnego innego materjału. Nie uwzględniamy tu posiłków, zdążających na front.

Więc wypada, że dziennie należy dostarczyć na linję frontu 85.000 tn. materjału czyli 160 pociągów. W czasie zaś intensywnej walki ilość zużycia amunicji wzrasta.

Wszystek ten materjał podróżował kolejami do pewnego punktu, gdzie przeładowywano go na auta ciężarowe i dostarczano do linji frontu. Ilość ciężarowych aut u aljantów sięgała około 100.000 szt. Jeśliby dobrze zorganizowane wówczas lotnictwo zdołało zbombardować i zatruć kilka ważniejszych stacyj węzłowych i dróg komu-

nikacyj samochodowych, wtedy wspomniane 160 pociągów, odchodzące codziennie do linji frontu co 7 minut, musiałyby utknąć gdzieś w drodze. Transporty z powodu braku taboru nie mogłyby być załadowane, a powrót transportu byłby odcięty. Sytuacja na froncie stałaby się beznadziejną. Nie inaczej przedstawiałaby się sytuacja, gdyby pociągami podążał posiłek, na terminowe przybycie którego liczył dowódca w celu wykonania ważnego manewru.

O ile uwzględnimy, że cały materjał dostarczany na front, produkuje się przez pewne centra w kraju przy pomocy zmobilizowanego przemysłu, jasnem się stanie, jak szerokie pole działania mogłoby mieć dobrze zorganizowane lotnictwo w połączeniu z bronią chemiczną dla wywołania dezorganizacji przemysłu, siania paniki, niszczenia dróg komunikacji i t. p.

Sądząc z przytoczonych dowodów i mając przykłady z wojny światowej, możemy wywnioskować, że sprężysta organizacja, dyscyplina i mobilizacja w przyszłej wojnie będzie dotyczyć nie tylko wojska, lecz w dużej mierze całego społeczeństwa w kraju wraz z jego przemysłem, gdzie może znacznie liczniejsza armja nieumundurowana musi podjąć pracę i być tak sprawną i czynną, jakby była integralną składową częścią całego mechanizmu dużej maszyny wojskowej na froncie.

Czem sprawniej działa armja tyłów, czem mocniejszy jest duch w kraju, tem większa tężyzna panuje na froncie, — a ponieważ w końcu zwycięża człowiek, przeto normalnym czynnikiem zwycięstwa jest jednolity duch w kraju.

Zrozumiano to podczas wojny światowej i dlatego zaczęto w ostatnich latach wojny szeroko stosować lotnictwo celem zwalczania tężyzny duchowej w głębi kraju nieprzyjaciela zapomocą bomb lotniczych i karabinów maszynowych, a następnie gazowych. Zwalczanie to polegało na sianiu dezorjentacji, paraliżowaniu przemysłu i t. d. i t. d.

Historja wojny świadczy, jaką panikę wywołały niemieckie napady lotnicze na Paryż i Londyn. Parlament angielski po napadzie lotniczym był ogarnięty taką paniką, że uciekł i dopiero po zbiórce na 3-ci dzień w bardzo ostrej i energicznej formie obwiniał władze wojskowe o niedbalstwo, brak fachowości, że nie zabezpieczono stolicę państwa od napadów lotniczych.

Dla wyjaśnienia sobie rozwoju lotnictwa przytoczymy kilka przykładów.

Znane są dziś zdobyte rekordy powojenne na szybkość, czas, wy-

trzymałość i wysokość lotu — np. włoski rajd samolotowy Rzym — Tokio.

Raid Cohan Sharp Paryż — przez Francję, Hiszpanję, Marokko, zachodnią Afrykę do Dakatu i powrót przez Tunis, Rzym, Konstantynopol, Wiedeń, Paryż — przestrzeń ta wynosi 12.275 klm.

Rajd przez ocean Atlantycki — Lizbodnę — Pernambukko w Brazylji — przestrzeń 5.500 klm.

Rajd przez ocean Atlantycki w północnej części tegoż odcinka, wykonany przez 2 angielskich lotników, trwał 17 godz. 20 min. przestrzeń 3.200 km.

Rajd Paryż — Lion — Marsylja — Bordo — Paryż — lot trwał 14 godzin bez odpoczynku.

Rajd Moskwa — Berlin 12 lipca 1923 r. — 1.600 klm. bez odpoczynku. Znanym jest również słynny rekord Stinsa na aparacie Junkiersa, trwający bez przerwy 26 godzin 29 min. 35 sek. — jak również rekord lotnika Ready na aparacie Lapine, który uzyskał wysokość 12.445 mtr., czyli pobił rekord aerostatów (10.800 mtr.)*).

O ile Amerykanin Willams w listopadzie 1923 osiągnął szybkość 429 klm. i 25 metr. na godzinę, to w styczniu 1925 r. Francuz Bonnet na płatowcu Bernard S. J. M. B. robi na godzinę 448 klm. i 170 mtr.

Ostatnie rekordy szybkości przekroczyły już 600 klm. na godzinę.

Lotnik amerykański Weddel Pasterson zwycięża Willams'a o 20 klm. na godzinę. Przelot włoskiej eskadry gen. Balbo przez Atlantyk. Wyczyny lotnictwa polskiego: przelot Orlińskiego, sukces Żwirki i Wigury, ostatni przelot Skarżyńskiego przez Atlantyk na turystycznym samolocie — przynoszą chlubę skrzydlatej Polsce.

Ostatnią nowością w tej dziedzinie są wiadomości, że aparaty lotnicze są kierowane zapomocą fal elektryczych, lecą bez pilotów i że automatycznie można z nich rzucać niewielkie 10 kg. bomby.

O obecnym szalonym postępie techniki i lotnictwie słucha się, jak o jakiejś bajce, a jednak jest to rzeczywistość.

Z obliczeń wypada, że średnio lot trwa 7 — 8 godzin, średnia szybkość lotu na godzinę wynosi 170 — 200 kilometrów, czyli biorąc średnio samolot może zrobić 1200 klm. Musimy tę cyfrę podzielić przez 2, uwzględniając powrotną drogę samolotu, więc wypadnie nam, że średniej wartości samolot mógłby odlecieć od swej bazy na 600 klm. Należy tu jeszcze uwzględnić i obliczyć odległość własnej bazy, czyli aerodromu od linji frontu, która przy wojnach ruchomych jest odległą o 100 klm., przeto wypadnie nam, że ciężki samolot bombowy może dotrzeć na 500 klm. w głąb na tyły nieprzyjaciela.

*) Uczeni sowieccy wznieśli się na wysokość 19 klm.!

Pod koniec wojny światowej mieliśmy przykłady takich napadów w głąb kraju nieprzyjaciela, a więc niemieckie napady lotnicze na Londyn i Paryż, włoskie napady na tyły wojsk austrjackich (przeszło 450 klm.) i t. p.

Nie mniej ważne sukcesy może uzyskać lotnictwo, zwalczając bazy nieprzyjacielskich lotnisk. Z historji wojny światowej wiemy, że Niemcy w r. 1917 w ciągu jednej nocy zbombardowali francuskie aerodromy w Senar, Lem i Osz, przyczem zniszczyli przeszło 80 samolotów i wspomniane aerodromy wraz z warsztatami.

Jednym z ważniejszych napadów lotniczych, organizowanych przez aljantów, który w 1918 r. miał się odbyć, był plan napadu na Berlin, odległy od baz lotniczych aliantów o 800 klm. Niemcy jednak, zważywszy możliwość tego napadu i obawiając się zastosowania przez aljantów nowego środka broni chemicznej — lewisitu, nie chcąc doświadczać tego działania na własnej skórze, pośpieszyli z zawarciem pokoju.

Młode i szczupłe lotnictwo polskie również może się poszczycić swemi sukcesami z czasu wojny polsko - bolszewickiej. Odznaczyło się ono swemi brawurowemi atakami na jazdę Budiennego. Ataki te powtarzały się kika razy na dzień, np. atak dywizji Budiennego dn. 17.VIII 20 r. — został odparty przez nasze lotnictwo. Budienny w swych meldunkach żądał przydzielenia mu na stałe artylerji zenitowej.

Następnie śmiały atak wykonało nasze lotnictwo na korpus jazdy bolszewickiej pod dowództwem Żłoby w r. 1920 pod Czernigówką. Eskarda lotnicza zaskoczyła jazdę bolszewicką, która nie zdążyła przyjąć szyku bojowego, została okrążoną przez naszą jazdę i poniosła klęskę.

Z całą stanowczością twierdzić możemy, że gdyby armja polska posiadała podczas wojny bolszewickiej więcej eskadr lotniczych i zapas bomb zwykłych, nie mówiąc o chemicznych—prawdopodobnie— wojna zakończyłaby się dla nas jeszcze pomyślniej.

Jednak przytoczone powyżej sukcesy lotnictwa nie zawsze trafiają do przekonania starym strategikom, którzy twierdzą, że atak wojsk lotniczych z góry na żywe cele na ziemi jest krótkotrwałym, że lotnictwo nie jest w stanie zatrzymać posiłków zdążających na front.

Właśnie w podobnych wypadkach zastosowanie przez lotnictwo broni chemicznej umożliwi wykonanie podobnych zadań. Zapomocą broni chemicznej długotrwałej na terenie, jak np. iperytu, da się zatruć drogi strategiczne na czas dłuższy, trwający nieraz kilka ty-

godni i tym sposobem zatrzyma się nietylko nadejście posiłków, lecz odetnie się drogę dowozu amunicji i prowiantów. Różnica w działaniu pocisków kruszących i gazowych polega na tem, że pocisk kruszący, gdy padnie i eksploduje — działanie jego jest skończone, pocisk zaś gazowy, chociaż posiada mniejszą siłę kruszącą, jednak działa przez czas dłuższy, zatruwając teren, atmosferę i otoczenie.

Z powyższych przykładów możemy wnioskować, że broń chemiczna w przyszłych wojnach będzie miała szerokie zastosowanie we dnie i w nocy przez lotnictwo niszczycielskie i szturmowe.

O ile uwzględnimy, że podczas operacyj dziennych lotnik działa ze znacznej wysokości, przyczem traci się celność rzutu bomby kruszącej, która gdy chybi nie da żadnego efektu, natomiast rzucona bomba gazowa 2-tonnowa z zawartością 80% gazu w stanie płynnym, czyli 1600 kg., gdy trafi opodal celu, zawsze da swój efekt, to w porze nocnej napady chemiczne będą jeszcze skuteczniejsze, ponieważ dają możność lotnikowi zniżyć się nad celem swego napadu. Jeśli uwzględnimy obecną nośność aparatów i to, że będą w przyszłości działać nie pojedyńcze aparaty, a całe eskadry bombowozów, że promień ich działania będzie sięgał nieraz 500 — 600 klm. w głąb na tyły nieprzyjaciela, wtedy stanie się jasną potęga przyszłej awiochemji.

W czasie wojny światowej powstrzymywano się od wprowadzania do walk awiochemji i to z tej prostej przyczyny, że aljanci, chociaż byli gotowi, jednak obawiali się zarzutów opinji świata i nie chcieli być inicjatorami barbarzyństwa, które zarzucali Niemcom z chwilą zastosowania przez nich broni chemicznej na lądzie. Niemcy, chociaż i byli gotowi, podobno obawiali się pierwsi zastosować awiochemję by uniknąć ponownego obwinienia. Jednak trudno temu uwierzyć; prawdopodobniejszym jest to, że przemysł lotniczy i chemiczny aljantów górował nad niemieckim, a więc powstrzymały ich nie żadne humanitarne przesłanki, a tylko obawa o własną skórę przy odwecie. Było to podczas wojny ubiegłej, lecz dziś w literaturze powojennej spotykamy luźne wzmianki o awiochemji, jako o nieuniknionym środku walki w przyszłości.

Mam tu na myśli literaturę rosyjską i niemiecką, t. j. państw, które jak wiemy z historycznych przykładów, w razie starć wojennych, zapomną o traktatach, humanitaryzmie i w środkach walki nie będą wybredni. Wiara w humanitarność jednych lub drugich w stosunku do nas jest zbrodnią wobec kraju.

Po przytoczonych powyżej dowodach nasuwa się pytanie — jakież mogą być w przyszłości zadania lotnictwa oraz awiochemji?

Zgrubsza możnaby powiedzieć, że już dziś zadanie to można podzielić na 4 grupy:

1) Obsługa własnych wojsk lądowych i marynarki. Do tego zaliczamy: wywiad, korygowanie ognia artylerji, podtrzymywanie łączności, przez przydział samolotów do piechoty, kawalerji, marynarki i t. p.

2) Łączne działanie z armją lądową i morską przeciw wojskom lądowym i marynarce nieprzyjaciela; zasilanie oddziałów partyzanckich.

3) Samodzielne działanie przeciw lotnictwu nieprzyjaciela, czy też działanie ofensywne celem zniszczenia wywiadu nieprzyjaciela lub niszczenia baz lotniczych wroga, — słowem zadanie wzięcia przewagi i inicjatywy nad lotnictwem przeciwnika.

4) Samodzielne działania na główne centra na tyłach nieprzyjaciela.

Ponieważ zadanie to będzie jednem z najważniejszych, przeto rozpatrzymy go nieco szerzej.

Otóż do zadań lotnictwa niszczycielskiego na tyłach nieprzyjaciela zaliczyć należy: niszczenie wszelkich ważniejszych dróg komunikacji, kolei, dworców, szos — które mają pierwszorzędne znaczenie w chwili przeprowadzania mobilizacji, koncentracji armji, co bezwzględnie wpłynie ujemnie na los kampanji. Niszczenie i przerywanie prac w fabrykach i wytwórniach wojskowych (jako przykład z wojny światowej możemy wskazać na te niektóre objekty niemieckie, które wciąż nęciły lotników aljanckich, — były to fabryki Kruppa, chemiczne fabryki nad Renem i inne).

Następnie niszczenie ważnych wojskowych objektów, jak: arsenały broni, porty morskie, składy amunicji, punkty oporu, składy żywności, wodociągi i elektrownie.

Następnie niszczenie posiewów, lasów i osiedli zapomocą bomb podpalających.

Niszczenie zapomocą awiochemji ważnych centrów administracyjno - politycznych. Wysadzenie na tyłach nieprzyjaciela szpiegów, desantów dla niszczenia mostów, podtrzymywania kontaktu z oddziałami partyzanckiemi, zasilanie ich amunicją, żywnością, udzielanie informacyj i rozkazów.

Z powyższych przykładów widzimy, że lotnictwo może mieć zastosowanie w różnych fazach walk, czy to przy zbliżaniu, właściwem natarciu, szturmie, prześladowaniu, odwrocie i t. p., w każdej z poszczególnych sytuacyj lotnictwo i awiochemja odegra poważną rolę.

Jednak, zależnie od sytuacji, będą stosowane te lub inne środki broni chemicznej, czyli gazy, t. j. gdy jest projektowane własne natarcie, będą stosować środki szybkolotne, lub mniej lotne, z takiem jednak obliczeniem, by wkraczając na zajęty teren, nie zatruć własnych oddziałów; o ile zaś nie będzie zamiaru okupowania terenów nieprzyjacielskich, wtedy używać będą środków długotrwałych.

Nie jest wykluczonem, że w czasie walk w powietrzu — lotnicy będą stosowali broń chemiczną. O ile uwzględnimy, że uciekający samolot przed silniejszym wrogiem będzie mógł wytwarzać za sobą obfity trujący obłok, lub wytworzy dymową zasłonę, to już tem samem uzyska pewne sukcesy.

Możliwem też jest, że lotnicy, zwalczając się wzajemnie, będą stosowali pociski gazowe lub zapalające, tak jak stosowano podczas wojny podpalanie obserwacyjnych aerostatów na uwięzi.

Wspomnieliśmy o korygowaniu przez lotników ognia artylerji, otóż z chwilą stosowania przez artylerję pocisków gazowych, korygowanie to wymaga jeszcze ściślejszych obserwacyj, a to w tym celu, by wiedzieć jak należy kierować pociski, by wiatr lokalny nie odnosił gazu w stronę przeciwną.

Najczęściej przygotowanie artyleryjskie rozpoczyna się wczesnym rankiem, lub wieczorem, w tym czasie poziome wiatry są w ścisłej zależności od konfiguracji, pokrycia terenu, jak również od gleby i mają nieraz wręcz przeciwny kierunek, jaki jest na miejscu strzału.

Przeprowadzając taki meteorologiczny wywiad, lotnik rzuca bombę dymotwórczą przy punkcie celu i śledzi kierunek ścielącego się dymu. O swoich spostrzeżeniach niezwłocznie daje znać artylerji.

Jeżeli wyobrazimy sobie taką sytuację na froncie przed natarciem, jak to zwykle bywa — artylerja kryje gęstym gradem pocisków kruszących i gazowych, w tymże trakcie nad linją zjawia się eskadra lotnicza niszczycielska lub szturmowa, jednocześnie następuje piechota pod osłoną czołgów i zasłon dymowych, to czyż nie ogarnie nawet najodważniejszego i wyćwiczonego żołnierza pewien niepokój? Mimo woli, wciąż go będą niepokoiły szybujące nad nim samoloty. Najsurowsza dyscyplina, nie powstrzyma go od bezcelowego strzału w górę.

Przykładów takich z wojny światowej mamy bez liku, nieraz całe kompanje, nie bacząc na zbliżające się niebezpieczeństwo na ziemi, bezładnie ostrzeliwały samolot; najsurowsze zakazy nie odniosły żadnego skutku.

LOTNICTWO OBSERWACYJNE.

Lotnictwo obserwacyjne wykonuje obecnie czynności kawalerji (pod względem łączności i wywiadu) i wykonanie to jest znacznie lepsze od jazdy, albowiem może zajrzeć nie tylko co się dzieje na linji frontu, lecz widzi ugrupowania, odwody, punkty oporu, baterje i t. p. Natomiast kawalerja może dotrzeć tylko do mniej lub więcej wysuniętych oddziałów wroga, które zatrzymają bezwzględnie dalsze posunięcie się wywiadu.

Gdyby nawet większa jednostka jazdy, po stoczeniu bitwy z oddziałem czołowym wroga, wykona rajd na tyły nieprzyjaciela, to napotka zawsze znaczny opór i wywiad jej ograniczy się tylko co do sił, z któremi walczy. Natomiast lotnik wyposażony w aparat fotograficzny przedstawia dowództwu rzeczowe dane ze swej obserwacji nie tylko frontu, lecz i głębokich tyłów nieprzyjaciela, odległych nieraz o kilkaset klm.

Oprócz tych zadań lotnictwo obserwacyjne ma za zadanie korygowanie ognia artylerji i utrzymuje szybką łączność.

Typy samolotów obserwacyjnych są to — francuski Bregue 19, cały metalowy, Potez 15 drewniany, angielski De Havilland 37, włoski Fiat R. S.

Średnia szybkość tych samolotów wynosi 200 — 230 klm. na godzinę, pułap, czyli granica wysokości sięga około 6.000 mtr., promień działania około 300 — 350 klm., nośność około 700 klg. Uzbrojenie składa się z 1 lub 2 — 3 karabin. maszyn., o ile samolot jest jednoosobowy, karabin umieszcza się przed pilotem.

Chcąc zastosować karabin maszynowy — należy celować całym samolotem.

Lotnictwo obserwacyjne prowadzi rozpoznawanie strategiczne i taktyczne, z których ostatnie daje możność zabezpieczenia się od zaskoczenia nieprzyjaciela, oprócz tego do obowiązku lotnictwa obserwacyjnego leży aerofotografja.

LOTNICTWO MYŚLIWSKIE.

Zadaniem lotnictwa myśliwskiego jest walka zaczepna, szuka on przeciwnika, by go zniszczyć czy to w powietrzu, czy też na ziemi.

Celem zwalczania wroga aparat myśliwski wyposażony był w bomby kruszące, w karabiny maszynowe, a nieraz i w armatki.

Walka w powietrzu odbywa się z zawrotną szybkością, o ile uwzględnimy, że 2 nieprzyjacielskie samoloty lecą ku sobie na spot-

kanie i zbrojne starcie z szybkością ok. 400 klm. na godzinę, czyli prawie 7 klm. na sekundę — to dopiero jasnem się stanie z jaką szybkością muszą orjentować się piloci i obserwatorzy, żeby wyzyskać dla czołowego starcia i uderzenia ten moment — bo po upływie każdej sekundy przestrzeń dzieląca samoloty wzrasta z zawrotną szybkością.

Pierwszymi inicjatorami stosowania lotnictwa myśliwskiego w r. 1915 byli Niemcy.

LOTNICTWO NISZCZYCIELSKIE.

Rok 1914 był rokiem improwizacji lotnictwa niszczycielskiego. Lotnictwo niszczycielskie zostało zaprojektowane przez francuskich lotników-wywiadowców, których nęciła chęć niszczenia obserwowanych przez nich objektów.

Dnia 16 grudnia 1914 r. dowództwo wojsk francuskich zgodziło się na ten projekt i utworzyło tak zwaną „awiację głównego dowództwa", składająca się początkowo z samolotów „Wuazen", nie odznaczających się szybkością lotu i słabo uzbrojonych. Jedna z takich eskadr niszczycielskich odniosła sukcesy pod Izer.

W początku r. 1915 eskadry niszczycielskie przyjmowały udział w walkach, okazując znaczną pomoc wojskom francuskim. Pierwszy ważniejszy rajd na tyły nieprzyjaciela wykonało francuskie lotnictwo niszczycielskie w składzie 18 aparatów, które wyleciały z Malseville około Nancy i zbombardowały Badeńską fabrykę aniliny i sody w Ludwigshafen.

Następnie Francuzi zapomocą 4 eskadr niszczycielskich na przestarzałych Wuazenach zbombardowali Karlsruhe.

Gdy Niemcy zorganizowali artylerję zenitową i przeciwstawili się napadom francuskich eskard niszczycielskich, Francuzi ponieśli kolosalne straty ,i wówczas życie wymagało wprowadzenia nowszych typów samolotów. Znane są francuskie pojedyńcze napady niszczycielskie na nowoczesnym 2-motorowym samolocie „Kodpon", np. napad na Sztutgard, Trew, Offendorf, jak również nocne napady nastację kolejową Konflan. Napady te uniemożliwiły Niemcom ładowanie wojska do pociągów, zdążających śpiesznie z pod Werdun do Somme. W rok potem niszczycielskie lotnictwo Francji zostało wyposażone w aparaty Bregue 14 B_2.

Niemcy pokładali w czasie wojny duże nadzieje na swe diryżable, które jednak okazały się mało zwinne i posiadały słabą szybkość lotu; działanie ich ograniczało się tylko do nocnego bombardowania.

Angielskie lotnictwo niszczycielskie prawie przez cały czas trwania wojny zajmowało się „sportem“ — bombardowania; Anglicy jako zawzięci sportsmeni, starali się prześcignąć jeden drugiego, zniżając się nieraz do 500 mtr. nad celem rzutu bomb.

Zaniepokojenie wśród państw walczących z powodu rozwoju lotnictwa niszczycielskiego zmusza państwa do zwiększenia ilości aparatów myśliwskich, co wskutku dało, że bambardowanie dzienne zanikło, a czynności swe przeniosło na porę nocną, kiedy to udział lotnictwa myśliwskiego jest mniej skuteczny.

LOTNICTWO SZTURMOWE

(bombardujące).

Jest to wynalazek niemiecki. Niemcy starali się wytworzyć typ lotnictwa, które mogłoby walczyć, z nieprzyjacielem, jak na ziemi, tak i w powietrzu.

W czasie wojny, wobec niedokładności ówczesnych środków technicznych ziemnych, eskadry szturmowe odegrały pewną rolę. Samoloty szturmowe wyrabiano zazwyczaj całkowicie z aluminjum, i częściowo je opancerzano.

Wyobraźmy sobie, jakąkolwiek stolicę, lub duże miasto, któreby zostało zaatakowane przez oddział lotniczy, składający się ze 100 lub 120 samolotów bombardujących obciążonych częściowo bombami kruszącemi, zapalającemi i gazowemi, coby się stało z mieszkańcami tego ośrodka przy obecnej organizacji miasta.

Przy eksplozji bomb powylatywałyby szyby, a tam gdzie takowe pozostałyby, to przez szczeliny w oknach, drzwiach i nieuszczelnionych kominach gaz napłynąłby do mieszkań. Wobec braku wszelkich schronów przeciwgazowych cała ludność tego ośrodka zostałaby skazaną na zagładę.

Jeżeli w najlepszych warunkach można przewidywać, że każdy dom posiada przeciwgazowy schron lub uszczelnione mieszkania ze specjalnemi filtrami chemicznemi dla dopływu oczyszczonego powietrza z zewnątrz, że wodociągi są zabezpieczone, że do podziemnych schronów zapomocą specjalnych wagonetek przez tunele będą rozsyłane obiady, że cała ludność posiada maski przeciwgazowe i sprzęt przeciwgazowy — czyż długo wytrwałaby stolica w takim stanie, gdyby przewaga lotnictwa była po stronie nieprzyjaciela, które coraz to ponawiał swe ataki gazowe?

Głód, brak dowozu produktów, dezorganizacja i panika zmusiłyby ludność stolicy wywiesić białą chorągiew, na znak, że się poddaje,

a w tej samej może chwili — armja czynna oddalona od stolicy o kilkaset klm., może zwycięża lub zwyciężyła i prześladuje wroga.

Więc dziś już wielki czas obmyśleć plan obrony stolicy, miast, miasteczek i wiosek od napadów lotnictwa nieprzyjacielskiego, albowiem wykonanie tej obrony wymaga długiej i żmudnej pracy.

W przyszłości nie należy skupiać gmachów administracyjno-rządowych, a przeciwnie należy je decentralizować.

O ile stolica nie będzie zabezpieczoną przez lotnictwo własne i środki obrony ziemnej, nie trudno się domyśleć, jaki los spotka stolicę.

Dokładnie wiemy, że praca w tym kierunku wre we wszystkich państwach.

Wiadomem jest, że państwa, które były zaangażowane w wojnie światowej, utworzyły specjalne Departamenty Broni Chemicznej, że np. w Rosji sprawa ta jest postawiona na pierwszem miejscu, że Rosja już posiada doskonale wyćwiczone 4 pułki broni chemicznej. A u nas? Czas wielki o tem dziś myśleć i mówić, albowiem o ile udał się cud nad Wisłą przy starych warunkach walki, to przy nowoczesnej broni cuda takie nie zawsze powtarzać się mogą.

ZNACZENIE ŁĄCZNOŚCI LOTNICZEJ.

Dla uwypuklenia roli lotnictwa obserwacyjnego przytoczymy przykład z ostatniej wojny światowej, tembardziej, że miał on miejsce na terenie Rzplitej. Wojska rosyjskie otrzymały wiadomość, że Sochaczew jest zajęty przez Niemców. 3 września 1914 r. drugi korpus armji ros. wyruszył z Warszawy w kierunku rzeki Warty, — 26 dywizja szła drogą Warszawa — Błonie — Sochaczew, a 43 dyw. szła nieco na prawo, jazda zaś szła na czele.

Rosjanie lotnictwa nie posiadali. O godzinie 10 rano od strony niemieckiej zjawił się aparat lotniczy obserwacyjny, który krążył bezkarnie nad 26 dywizją i następnie nad 43 dyw., po pewnym zaś czasie samolot odleciał w stronę nieprzyjaciela. 4 września wojska rosyjskie zajęły pozycje i okopały się, 2 korpus zajął pozycję, o 4 klm. nie dochodząc Bzury, między Sochaczewem i Błoniem. 25 korpus rozlokował się nieco w prawo, lewe skrzydło zajęły wojska syberyjskie. Lewy brzeg Bzury, jak mniemano, zajmowały Niemcy, którzy z chwilą przybycia wojsk rosyjskich ostrzeliwali z armat polowych oddziały rosyjskie przez rzekę. Rosjanie projektowali rozpocząć atak dn. 6 września i rozpoczęli go — jakież było ich zdziwienie, gdy spostrzegli się, że za Bzurą nieprzyjaciela niema. Główne siły niemieckie,

po wywiadzie lotniczym, odstąpiły w kierunku Łowicz — Łęczyca, pozostawiając tylko nieliczną jazdę i po jednej armacie polowej na kilometr zajmowanego frontu, z których to pozostawiona jazda ostrzeliwała wojska rosyjskie.

Wobec braku wywiadu lotniczego, okazało się, że wojska rosyjskie stały dwa dni przed opróżnionemi pozycjami nieprzyjaciela.

Brak dobrego wywiadu lotniczego na początku wojny uniemożliwił Niemcom odnalezienie angielskiego korpusu posiłkowego, który wylądował we Francji i dopiero po zetknięciu się w polu z armją angielską, Niemcy przekonali się, że korpus przybył na kontynent europejski.

Dzięki zręczności i odwadze francuskiego porucznika obserwatora Vateau, który badając i obserwując dolinę Oise'y, wprost przypadkowo odkrył ruch wojsk niemieckich, wbrew przewidywaniom władz francuskich, dało to Francuzom możność zaskoczenia nieprzyjaciela i stoczenia zwycięskiej walki o 4 dni wcześniej, nie nad Sekwaną, jak projektowano, lecz nad Marną.

OBRONA PRZECIWLOTNICZA W GŁĘBI KRAJU

Wspomnieliśmy poprzednio o czynnikach zwalczania lotnictwa nieprzyjacielskiego, z czego możemy wywnioskować, że żaden z tych sposobów sam przez się, nie jest w stanie zabezpieczyć kompletnie tyłów armji.

Wobec tego należy wyzyskać wszystkie te środki, któremi możemy rozporządzać i to z takiem obliczeniem, by wyciągnąć z nich maksymum tego, co możemy uzyskać.

Przedewszystkiem armja lądowa, morska i flota powietrzna winne zastosować się do dawno znanej taktyki — odrzucić nieprzyjaciela jak najdalej od swej granicy, wkroczyć na teren nieprzyjaciela i tam walczyć. Jest to wiekowa zasada, która nie zmieniła się do dnia dzisiejszego. Daje to kilka ważnych plusów, po pierwsze, że wnosi pewną dezorganizację w kraju nieprzyjaciela, wyczerpuje zapasy żywności, następnie odsuwa nieprzyjaciela do własnych ważnych centrów w kraju, jednocześnie z tem zmniejsza się częściowo intensywność lotnictwa nieprzyjacielskiego. Lotnictwo zaś niszczycielskie własne winno być tak obliczone i rozlokowane, by z chwilą alarmu mogło jak najszybciej być na miejscu wskazanem i spotkać wroga jeszcze na drodze jego lotu, t. j. przed ochranianym punktem.

Ponieważ w czasie wojny światowej dość często dawało się zauważyć, że lotnicy podczas lotu wybierali, prawie zawsze jeden i ten sam kierunek, przeto jeszcze w r. 1917 i 18 powstał projekt stawiania

t. zw. nocnych linij — zagród przeciwlotniczych. Zagrody te miały za zadanie, jeśli nie kompletne zniszczenie aparatu, to w każdym bądź razie przeszkadzały w wykonaniu zadania. Dla utworzenia zagrody powietrznej wyzyskiwano balony lub aerostaty na uwięzi, łączono je linami, od których spadały pionowo tak zwane „trosy", liny lub drut z ciężarkami, a nieraz i specjalne przyrządy zapalające lub wybuchowe.

Wspomniane zagrody podnoszono początkowo na wysokość 2400 mtr., a w końcu wojny unoszono je do 4000 mtr. Ponieważ nocne lotnictwo szturmowe, czy niszczycielskie, najwięcej zniża swój lot nad celem, więc wpadając w taką zagrodę trafia na drut lub linę, śmigło je wkręca i aparat pada.

Lotnictwo własne, znające rozlokowanie zagród, winno tak manewrować, by wpędzić nieprzyjaciela w pułapkę.

Natomiast główne punkty są zawsze strzeżone przez artylerję zenitową. Zadanie artylerji zenitowej takie same, jak zadanie własnego lotnictwa, t. j. niedopuszczenie wroga do celu, zmuszenie go do zboczenia i rozbicia kucza lotu, co w wielkiej mierze sprzyja własnym aparatom niszczycielskim do zwalczania wroga w pojedynku.

Przy omówieniu obrony miast na pierwszy plan wysuwa się wspomniana już poprzednio organizacja alarmowa.

Z chwilą alarmu, ruch na ulicach powinien zamierać, w porze nocnej należy gasić światła, mieszkańcy przechodzą do uszczelnionych piwnic, suteren lub schronów. Oddziały przeciwgazowe, personel medyczny, straż ogniowa — winne być w pogotowiu — zaopatrzone w niezbędny sprzęt.

Praca w niektórych zakładach zamiera. Muszą być czynne telefony, telegraf, wodociągi, elektrownie, kolejnictwo i wytwórnie wojskowe, które przy pracy muszą być wyposażone w specjalnie dobre maski, kostjum zabezpieczający i środki zapobiegawczo-lecznicze. Z chwilą alarmu, t. j. początku bombardowania wszelkie schrony i piwnice powinne być zamknięte, w razie potrzeby niezwłocznie wzywa się oddziały przeciwgazowe, ewentualnie personel medyczny i w razie potrzeby straż ogniową. Do środków zapobiegawczych należy zaliczyć ewakuację chorych z zakładów leczniczych poza miasto, urządzając tam chociażby prymitywne schroniska lecznicze, również należy ewakuować wszelkie przytułki i ochronki dziecięce, szkoły i pensjonaty.

Dlatego, by wykonać te czynności, jeszcze w czasie pokoju — należy opracować plan działania, albowiem nie łatwo się da przeprowadzić to wszystko w razie potrzeby.

ZWALCZANIE AWJOCHEMJI.

Rola obrony przeciwlotniczo-gazowej polega na:

1) obronie powietrznej, t. j. na działaniu i wywiadzie lotniczym,

2) na takich środkach obrony przeciwgazowej, jaką stosujemy przy napadach gazowych zapomocą środków ziemnych.

W celu skutecznej walki z silną nieprzyjacielską flotylą powietrzną, należy poprzednio opracować wszelkie możliwe kontruderzenia, by nie dać się zaskoczyć, a dlatego należy posiadać nie mniej silne własne lotnictwo niszczycielskie.

Do środków obrony przeciwlotniczej zaliczamy artylerję zenitową i karabiny maszynowe.

Francja obecnie posiada nowe działa przeciwlotnicze, które dają 120 strzałów na minutę — naboje 37 mm o wadze 250 g — wysokość strzału 7.200 mtr. Ustawienie kilku takich dział może nietylko zagrodzić drogę samolotowi, lecz napewno zmusi go w najlepszym razie do powrotu do własnej bazy.

Dalej do środków obrony przeciwlotniczej zaliczamy roboty fortyfikacyjno-betonowe, żelazo-betonowe, ziemne, ziemno-drewniane, pokrywanie pewnych objektów siatkami, które osłabiają znacznie działanie bomby lotniczej.

Następnie, jako środek bardzo szeroko stosowany celem zmylenia nieprzyjaciela, stosuje się mimikrję, czyli maskowanie. Do środków obrony przeciwlotniczej zaliczyć należy sieć obserwatorów-łączników ziemnych, jak również obserwatorów na aerostatach i samolotach. Posterunki łącznikowe, obserwacyjno-meldunkowe powinny być wyposażone w sprzęt podsłuchowy, optyczny i elektryczny alarmowy. Prawidłowo zorganizowana sieć obserwacyjna i łącznikowo-alarmowa w dużej mierze może się przyczynić do zwalczania nieprzyjacielskich sił awiochemicznych.

Jeśli weźmiemy za przykład Francję, to zauważymy, że cały wyżej wspomniany aparat obserwacyjno-łącznikowy organizacyjnie był przydzielony do floty powietrznej.

W skład francuskich pułków obrony przeciwgazowej wchodzą baterje artylerji zenitowej, kompanja prożektorów, kompanja wyznaczona do maskowania terenów i objektów.

Część pułków obrony powietrznej jest przydzielona do prac ściśle związanych z linją frontu, część pozostała wyznaczona do obrony tyłów.

Oddziały obrony przeciwlotniczej winny być zawsze w stanie po-

gotowia, a to ze względu na to, że pierwszym krokiem przyszłej wojny będzie napad awiochemiczny na głębokie tyły.

O ile uwzględnimy odległość od granicy centrów przemysłowych stolicy, dużych miast i ośrodków, gdzie będzie ześrodkowywać się przemysł wojenny, punkty mobilizacyjne lub koncentracja wojsk, żywności i t. p., — a z drugiej strony uwzględnimy szybkość samolotów bombardujących, podejmujących tysiące kilogramów bomb gazowych i kruszących — wtedy stanie się jasnem, jak niezbędnym jest zorganizowanie specjalnych oddziałów obrony przeciwlotniczej i przeciwgazowej w kraju.

Obrona ta winna żywo interesować każdego obywatela, jeśli nie ze względów patrjotycznych, to nawet ze względów egoistycznych — zachowania własnego życia.

Jak wielki koszt pociąga obrona przeciwlotnicza ważnych punktów posłużyć nam może przykład obrony przeciwlotniczej Paryża w czasie wojny światowej. Paryż w r. 1917 posiadał 40 bateryj zenitowych, 32 stacje prożektorów, 40 punktów podsłuchowych, wyposażonych w specjalne aparaty, kilka oddziałów areostatów, kilkanaście posterunków dla wytwarzania zasłon dymowych, pokrywających, t. j. maskujących całe miasto. W celu zaś zmylenia nieprzyjacielskich lotników został wybudowany w pobliżu Paryża drugi fikcyjny Paryż z zachowaniem planu ulic, oświetlenia i t. d.

Obrona Paryża kosztowała znacznie więcej, aniżeli wyekwipowanie napadów niemieckich, składających się z eskadr lotniczych (26 eskadr lotniczych, każda po 5 samolotów, czyli 156 samolotów).

O ile uwzględnimy, że obrona Paryża miała miejsce przy wojnie pozycyjnej, to niepomiernie kosztowniejszą stanie się obrona ważnych punktów przy wojnie ruchomej.

Zasadniczo najtańszym środkiem zwalczania nieprzyjacielskiej eskadry jest lotnictwo własne.

Co do kwestji obrony przeciwlotniczej środkami wojsk lądowych, to zadanie takie wypadnie w udziale artylerji zenitowej z chwilą braku środków lotniczych, co może się często zdarzyć przy wojnach manewrowych.

Zastosowanie karabinów maszynowych i ręcznych może dać dobre rezultaty tylko w tych warunkach, gdy wojsko jest dobrze wyćwiczone, a samolot nieprzyjacielski jest na nieznacznej wysokości, t. j. mniej więcej 1000 — 1500 mtr.

Przy napadach gazowych będzie stosowana zwykła obrona indywidualna i zbiorowa, o której to należy pouczać nietylko wojsko, lecz i ludność cywilną.

Przy zwalczaniu lotnictwa środkami lądowemi na pierwszy plan wysuwa się artylerja zenitowa, która stara się zbić lotnika lub przeszkodzić mu w wykonaniu zamierzonego celu — ataku gazowego. Dyscyplina ognia tu jest najważniejszym czynnikiem. Jako przykład, może posłużyć zbicie 4 naszych aparatów lotniczych w 1920 r. przez jazdę bolszewicką w okolicy Łucka, około wsi Romanowo i Kańcze.

Jednak najwięcej celowem zabezpieczeniem się od napadów wojsk lotniczych na froncie w przyszłości będzie umiejętne maskowanie się, wyzyskanie wszelkich środków mimikrji, co uniemożliwi nieprzyjacielowi nietylko wywiad i napad, ale może przyczynić się nieraz do skutecznego zwalczania lotnika nieprzyjacielskiego z ukrycia.

Najważniejszym czynnikiem maskowania jest dostosowanie się do terenu, t. j. umiejętne wyzyskanie warunków naturalnych terenu i sprzętu posiadanego pod ręką. Przy maskowaniu należy uwzględnić warunki oświetlenia słonecznego, konfigurację terenu, roślinność, porę roku i t. p.

Celem wprowadzenia lotnika w błąd nieraz urządza się tak zwane techniczne maskowanie, a więc ustawia się fikcyjne baterje ze zwykłych kloców drewnianych, opartych na kołach od wozów, a zamiast odbłysku strzałów armatnich spala się specjalne ładunki, imitujące odbłysk armatni, lub stosuje się lampy elektryczne. Nieraz taka fikcyjna baterja ściąga ogień nieprzyjaciela, który niszczy swą amunicję bezcelowo, przez czas dłuższy.

Stosuje się również z powodzeniem najprostsze sposoby ochronnego malowania ważniejszych sprzętów i objektów w nieprowidłowe figury geometryczne. Praktykuje się stosowanie komuflarzu, t. j. specjalnego sposobu malowania sprzętu i objektów w taki sposób, by zmienić i optycznie zniekształcić jego formy. Np. samochód pancerny, czy też tank maluje się na kształt samochodu osobowego pasażerskiego, pociągi pancerne na pociągi pasażerskie i t. p.

Deszcze, mgła, śnieg — również są czynnikami naturalnemi maskowania.

Pora nocna dawnemi czasy maskowała wszelkie ruchy. Dziś, z rozwojem pirotechniki, która daje możność tak silnego oświetlenia terenu, że mogą być dokonane nawet zdjęcia fotograficzne, ważniejsze przesunięcia wojsk nie mogą uniknąć spostrzegawczego oka lotnika.

Ponieważ lotnik może atakować tylko widoczne cele, więc o ile zdołamy schronić się przed okiem lotnika, tem samem — pozbawimy go możności atakowania nas. O ile uwzględnimy prace naszych sąsiadów pod względem maskowania się, to możemy spostrzec, że ta

dziedzina stoi u nich na wysokim poziomie. Np. w Moskwie egzystuje specjalna wyższa szkoła maskowania. Absolwenci tej szkoły po ukończeniu kursu są przydzielani do wszelkich rodzajów broni, gdzie drogą systematycznych ćwiczeń pouczają żołnierzy, jak się należy chronić, maskować i wprowadzać w błąd nieprzyjacielskiego lotnika.

Bolszewicy przeprowadzają szkolenie całej armji, ponieważ rozumieją, że jeden niezamaskowany oddział na froncie może otworzyć oczy lotnikowi, co do reszty sąsiednich oddziałów. Ćwiczenia w armji bolszewickiej są prowadzone w kilku kierunkach, a mianowicie — maskowanie się na froncie, maskowanie się w czasie przemarszu i na tyłach, maskowanie sprzętu, koni i taborów.

Rosjanie maskowanie dzielą na naturalne i techniczne. Do maskowania naturalnego zaliczają: przystosowanie się do terenu, t. j. wykorzystanie krajobrozu, oświetlenia, cienia, pory dnia, pogody, przez bezładne manewrowanie i t. p.

Do maskowania technicznego zalicza się maskowanie więcej skomplikowane, roboty te wykonują specjalne oddziały.

Do tych prac zaliczają się roboty dekoracyjne, budowa fałszywych budynków, bateryj, blindaży, zasadzanie terenu krzakami, drzewami, trawą urządzanie zasłon dymowych, salwy i odbłyski fikcyjnych bateryj, malowanie sprzętu i punktów oporu.

Z przytoczonych przykładów widzimy, że przyszła wojna to zło konieczne, gdy zostanie narzucona musi nas zastać zawczasu przygotowanymi należycie.

Jeszcze Rzymianie mówili:

„Si vis pacem para bellum".

ZASTOSOWANIE GAZÓW TRUJĄCYCH W CZASIE POKOJU.

Wynalazki z czasu wojny dość często mają zastosowanie i w czasie pokoju. Dawnemi czasy więcej wyzyskiwano wynalazki z czasów pokojowych na potrzeby wojny; np. broń palna — wynalazek czasu pokojowego — siłą faktów stała się jedną z najważniejszych broni w czasie wojny, to samo możemy powiedzieć o samolotach, samochodach, łodziach podwodnych. Co zaś do niektórych gazów bojowych, produkcja ich była znaną przed wojną i stosowano je dość szeroko w przemyśle.

Z chwilą zaś zastosowania gazów podczas wojny, zaczęto badać je pod innym kątem widzenia, a mianowicie — zainteresowano się wszechstronnem fizjologicznem działaniem ich na żywe organizmy

oraz fabryczną produkcją na większą skalę. Zaczęto poszukiwać nowych środków walki i w spadku po wojnie mamy sporą ilość nowych gazów bojowych, nowe aparaty fabryczne i nowe dane co do działania gazów na żywe organizmy.

Po wojnie umysł ludzki, chcąc zastosować wynalazki z czasów wojny pa potrzeby pokojowe, zwrócił w tym kierunku swe prace. Dziś chlor zaczęto stosować na szerszą skalę przy dezynfekcjach, do oczyszczania i odkażania wody. Chloropikrynę, chlorek cyjanu, jak również i bromek cyjanu — do niszczenia pasożytów i szkodników pól i ogrodów.

Na szerszą skalę zastosowywano w Ameryce chlor i fosgen przy zwalczaniu żuka, szkodnika plantacyj bawełny, który tak masowo i szybko się rozmnażał, że całe plantacje bawełny były zagrożone. Kwas pruski zastosowano w Kalifornji do niszczenia szkodników drzew pomarańczowych i cytrynowych. Bromocyjanek szeroko jest stosowany przy zwalczaniu szczurów i myszy w magazynach i składach. Na Filipinach były robione próby niszczenia szarańczy przy pomocy rozpraszania fosgenu przez samoloty.

Acetoceluloza podczas wojny służyła do impregnowania tkanin na skrzydła samolotów, dziś szeroko stosuje się do wyrobu sztucznego jedwabiu.

Przytoczone przykłady potwierdzają nasze przypuszczenia, że i w czasie pokoju produkcja niektórych gazów bojowych nie zostanie zaniechaną, albowiem znajdą one zastosowanie w przemyśle, gospodarstwie, higienie, przy zwalczaniu szkodników i t. p.

Nie jest wykluczonem ,że może w bliskiej przyszłości mogą być zastosowane próby leczenia np. gruźlicy zapomocą wdychania leków w postaci gazowej, gdy idzie o bezpośrednie działanie leku na płuca, do dziś dnia środki wewnętrzne i zewnętrzne stosowane przy leczeniu chorób piersiowych muszą odbyć dość długą i zawiłą drogę, aż się dostaną do miejsca swego przeznaczenia. W organiźmie zaś, podczas tej drogi, ulegają najprawdopodobniej różnym chemicznym reakcjom, a nieraz i rozkładowi.

W lecznictwie znamy stary sposób przy leczeniu dróg oddechowych zapomocą inhalacji, a wszak to jest nic innego jak kuracja zapomocą pary wodnej, w której są zawieszone drobniutkie cząsteczki leków.

Więc nie jest wykluczonem, że może w bliskiej przyszłości wynalazki wojny, używane do uśmiercania ludzi, okażą się w rękach fachowców błogosławionym środkiem do przedłużenia życia ludzkiego.

Doniosłość poruszanych przez nas zagadnień tkwi w teraźniejszo-

ści i przyszłości. Pobieżnie uchwyciliśmy tylko niewielką część ogólnych zagadnień chemicznych; chodziło bowiem nam o określenie tego natężenia sił twórczych kraju, zwrócenie naszej uwagi na rozwój przemysłu chemicznego u naszych sąsiadów, którym musimy dorównać, że się tak wyrazimy, równowagą chemiczną i przemysłową. Na wszystkich tych placówkach aptekarz, jako chemik, mógłby zająć odpowiednie stanowisko.

Wysiłek myśli i pracy naszej winien być tak olbrzymi, jak wielkie skutki może spowodować przyszła wojna.

Skorowidz
chemicznych środków bojowych,
stosowanych podczas wojny
światowej.

SKOROWIDZ CHEMICZNYCH ŚRODKÓW BOJOWYCH STOSOWANYCH PODCZAS WOJNY ŚWIATOWEJ.

L. p.	NAZWA	Wzór chemiczny	Własności fizyczne: Ciężar drobinowy	Ciężar właściwy	t° wrzenia	t° zestalenia	Działanie fizjologiczne	Zapach	Minimalna koncentracja w powietrzu, dająca efekt fizjologiczny	Śmiertelna koncentracja gazu dla małych zwierząt przy ekspozycji 15 minut	Pierwsze zastosowanie na froncie: Państwo	Data	W jakiej postaci	Maskująca wojskowa nazwa gazu bojowego
	1. Gazy w warunkach zwykłych													
1	Tlenek węgla . .	CO	28	0,79	— 190°	— 207	trujący	bez zapachu	$1^0/_0$	$1^0/_{00}$	—	—	—	
2	Fosforowodór . . .	PH_3	34 024	1,523	— 85°	—133,5°	parzący	fosforowy	$0,05^0/_{00}$	$0,5^0/_{00}$	—	—	—	
3	Siarkowodór . . .	H_2S	34,016	0,86	— 61°	— 85°	dusząco-łzawiący	zgniłe jaja	$0,1^0/_{00}$	$2^0/_{00}$	Anglja	1916	Fale gazowe łącznie z chlorem	franc. „Bertolite"
4	Arsenowodór . . .	AsH_3	77,984	3,498	— 55°	— 113°	trująco-duszący	przypominający czosnek	—	—	—	—	—	
5	Chlor	Cl_2	70,92	1,4685	— 33,6°	— 102°	duszący	specyficzny ostry	$0,01^0/_{00}$	$0,5—2^0/_{00}$	Niemcy	22/IV 1915	Fale gazowe łącznie z fosgen.	
6	Cyjan	$(CN)_2$	52.02	0,866	— 20,4°	— 34,4°	trujący	gorz. migdały	—	$0,2^0/_{00}$	—	—	—	
7	Dwutlenek siarki .	SO_2	64,06	1,435	—10,09°	— 69,5₀	duszący	ostry siark.	$0,2^0/_{00}$	$2^0/_{00}$	Niemcy	koniec 1914	zasł. dym. i pocis.	franc. „Aphonite"
	2. Płyny i ciała stałe w zwykłych warunkach													
8	Fosgen	$COCl_2$	98,92	1,432	+ 8°	— 118°	duszący	zgniłego siana	$0,01^0/_{00}$	$2^0/_{00}$	Francja	Luty 1916	pociski i fale gazowe	franc. „Collognite"
9	Chlorocyjan . . .	$ClCN$	61,47	1,186	12,66°	— 18°	„	przykry	$0,01^0/_{00}$	$0,2^0/_{00}$	„	1917	pociski	franc. „Mauginrte"
10	Bromocyjan . . .	$BrCN$	105,93	2,01	62°	— 52°	„	—	$0.1^0/_{00}$	$0,2^0/_{00}$	Austrja	wrzesień 1918	„	austr. „Kampellite"
11	Kwas pruski . . .	HCN	27,028	0,7	26,5°	— 12°	trujący	gorz. migdały	—	$0,2^0/_{00}$	„	1915	„	franc. „Vincennite"
12	Karbonil niklu . .	$Ni(CO)_4$	170,68	1,3	43°	— 25°	duszący	zapach sadzy	—	—	—	—	—	
13	Akroleina	CH_2CHCOH	56,032	0,841	53°	—	duszący przykry	przepal. zjełczał. tłuszczu	—	—	Francja	1916	pociski	franc. „Papite"
14	Czterochlorek krzemu	$SiCl_4$	170,14	1,428	58°	—	drażniący	mało skuteczny			Austrja	1916	„	
15	Brom	Br_2	159,84	3,1872	58,7°	—7,05°	duszący	ostry swoisty	—	—	„	1915	pociski i miny	
16	Chlorek sulfurylu .	SO_2Cl_2	134,98	1,708	69°	—	„	przykry	—	$1^0/_{00}$	—	—	—	
17	Chloromrówczan metylu	$ClCO_2CH_3$	94,484	1,236	71,°	—	łzawiący	ostry	$0,15^0/_{00}$	—	—	—	—	
18	Tiofosgen	$CSCl_2$	114,98	1,5	73,5°	—	duszący	przykry zap.	$0,01^0/_{00}$	$0,2^0/_{00}$	Francja	1916	pociski	franc. „Lakrimite"
19	Trójchlorek fosforu	PCl_3	137,42	1,613	76°	— 12°	draż.-łzaw.	—	$0,003^0/_{00}$	$0,03^0/_{00}$	—	—	—	
20	Czterochlorek węgla	CCl_4	153,84	1,63	78°	— 24°	duszący	mało skuteczny			Francja	1916	pociski	
21	Dwuchloroetan . .	$C_2H_4Cl_2$	98,92	1,271	85,5°	—	łzawiący	—	—	—	„	1916	„	
22	Pięciokarbonilek żelaza	$Fe(CO)_5$	195,86	1,46	102,8°	— 21°	—	mało zbadany			—	—	—	
23	Eter dwuchlorometylowy	$(CH_2Cl)_2O$	114,9	1,315	105°	—	wywołujący kichanie	—	$0.05^0/_0$	—	Francja i Anglja	1918	pociski	
24	Dwumetylochloroarsina (chlorek kakodylu)	$As(CH_3)_2Cl_3$	140,46	—	109,°	-	powoduje wymioty	przykry	—	—	—	—	—	
25	Chloropikryna (nitrotrójchloromet.)	CNO_2Cl_3	164,39	1,69	112,8°	—69,2°	dusz.-drażn.	ostry drażn.	$0,02^0/_{00}$	$2,5^0/_{00}$	Rosja	1915	pociski	fr. „Aquinite", ang. „Vomitig gaz" n. „Grünkreuz"

UWAGA: Przez ciężar właściwy gazu należy rozumieć ciężar/cm³ gazu pod ciśnieniem 1 atm. w temperaturze 0° C.

SKOROWIDZ CHEMICZNYCH ŚRODKÓW BOJOWYCH STOSOWANYCH PODCZAS WOJNY ŚWIATOWEJ.

L. p.	NAZWA	Wzór chemiczny	Własności fizyczne: Ciężar drobinowy	Ciężar właściwy	t° wrzenia	t° zestalenia	Działanie fizjologiczne
26	Czterochlorek cyny	$SnCl_4$	260,5	2,278	114°	— 33°	duszący
27	Chloroaceton . . .	$ClCH_2COCH_3$	92,5	1,64	119°	—	łzawiący
28	Dwufosgen (chloromrówczan trójchloro metylu) .	$ClCO_2CCl_3$	197,84	1,65	127°	—	duszący
29	Tlenek kakodylu (tlenek dwumetylo arsenowy) . .	$[As(CH_3)_2As]_2O$	225,92	1,462	130°	— 23°	drażniący
30	Trójchlorek arsenu .	$AsCl_3$	181,34	2,205	130°	— 18°	wywoł. kich. i jest duszący
31	Dwuchloro-metylo-arsina	CH_2AsCl_2	160,9	1,838	132°	—	wywołuje kichanie
32	Chlorosiarczan metylu	$ClSO_2OCH_3$	130,5	1,51	135°	—	łzawiący
33	Czterochlorek tytanu	$TiCl_4$	189,9	1,76	136°	—	duszący
34	Cyjanek kakodylu (dwumetylo-cyjano-arsina) . . .	$As(CH_3)_2CN$	131,01	—	140°	33°	wywoł. wymioty i kich.
35	Czterochlorek siarczku węgla (przechlorowany metyl merkaptan) . .	CCl_3SCl	185,9	1,72	147°	—	drażniący
36	Dwuchloro-etylo-arsina	$C_2H_5As.Cl$	174,9	—	152°	—	"
37	Eter dwubromometylowy	$(CH_2Br)_2O$	123,95	—	154°	—	drażniący i wywoł. kich.
38	Kwas chloro-sulfonowy	$ClSO_2OH$	116,528	1,788	155°	—	drażniący
39	Bromooctan etylu .	$CH_2Br.CO_2C_2H_5$	166,97	—	159°	—	łzawiący
40	Kakodyl	$[As(CH_3)_2]_2$	210,016	—	170°	— 6°	wywoł. wymioty i kich.
41	Chlorosiarczan etylu	$ClSO_2OC_2H_5$	144,56	—	177°	—	łzawiący
42	Jodooctan metylu .	$CH_2JCO_2C_2H_5$	213,9	—	180°	—	"
43	Siarczan metylu .	$SO_4(CH_3)_2$	126,108	1,33	188°	—	duszącoło-łzawiący
44	Dwubromoetyloarsina	$C_2H_5AsBr_2$	263,84	—	192°	—	łzawiący

L. p.	Zapach	Minimalna koncentracja w powietrzu, dająca efekt fizjologiczny	Śmiertelna koncentracja gazu dla małych zwierząt przy ekspozycji 15 minut	Pierwsze zastosowanie na froncie: Państwo	Data	W jakiej postaci	Maskująca wojskowa nazwa gazu bojowego
26	jako środek dymotwórczy			Francja	1915	pociski	
27	przykry	0,002‰	8%	"	1916	"	fran. „Tonite"
28	zgniłych liści	0,02‰	1‰	Niemcy	1916	pociski i miny	fran. „Superpalit"
29	wstrętny	niestosowany podczas wojny		—	—	—	
30	—	—	—	Francja i Anglja	1916	pociski	fran. „Marsite"
31	ostry swoisty	—	—	Niemcy	1918	"	niem. „Gelbkreuz"
32	—	0,005‰	—	Francja	1915	miny	fran. „Vaillantite"
33	jako środek dymotwórczy			Ameryka i Francja	—	—	fran. „Fumigerite"
34	swoisty	—	—	—	—	—	
35	przykry	—	0,02‰	Francja	1915	pociski	
36	pachnie czosnkiem	0,001‰	—	Niemcy	1918	"	niem. „Grünkreuz"
37	swoisty	—	—	Francja	1918	"	
38	ostry	używany jako dym bojowy		Niemcy i Francja	1916	"	
39	—	mało napastliwy		Francja	1916	"	
40	przykry	nie miał zastosowania podczas wojny					
41	—	—	—	Francja	1916	pociski	fran. „Sulvinite"
42	—	0,002‰	—	Anglja	1915	"	
43	swoisty	—	0,3‰	Francja	1915	"	fran. „Batianite" niem. „C—Stoff"
44	—	—	—	Niemcy	1918	"	niem. „Gelbkreuz"

SKOROWIDZ CHEMICZNYCH ŚRODKÓW BOJOWYCH STOSOWANYCH PODCZAS WOJNY ŚWIATOWEJ.

L. p.	NAZWA	Wzór chemiczny	Własności fizyczne: Ciężar drobinowy	Ciężar właściwy	t^0 wrzenia	t^0 zestalenia	Działanie fizjologiczne	Zapach	Minimalna koncentracja w powietrzu, dająca efekt fizjologiczny	Śmiertelna koncentracja gazu dla małych zwierząt przy ekspozycji 15 minut	Pierwsze zastosowanie na froncie: Państwo	Data	W jakiej postaci	Maskująca wojskowa nazwa gazu bojowego
45	Bromek ksylilu . .	$C_6H_4CH_3CH_2Br$	184,99	1,39	215°	— 2°	łzawiący	słaby aromat.	0,002‰	—	Niemcy	1915	pociski	niem. „T—Stoff"
46	Bromek benzylu .	$C_6H_5CH_2Br$	170,9	1,438	199°	—	"	—	0,005‰	—	"	1915	"	frnn. „Cyklite"
47	Chlorek benzoilu .	C_6H_5COCl	140,5	1,23	198°	— 1°	duszący	silnie draźn.	0,025‰	—	"	1915	"	
48	Siarczek dwuchlorodwuetylu (Iperyt)	$S(CH_2CH_2Cl)_2$	159,04	1,274	217°	14°	siln. parzący	musztardy	—	—	"	1917	"	fran. „Yperite" niem. „Gelbkreusstof" angiel. „Mustard gaz"
49	Chloroacetofenon .	$C_6H_5COCH_2Cl$	154,21	—	245°	59°	łzawiący drażniący	zapach fiołkowy lub czeremchy	mało stosowany		Niemcy i Francja	1916	pociski, granaty ręczne i miny	fran. „Grandite"
50	Dwuchlorofenyloarsina	$C_6H_5Cl_2As$	222,9	1,64	253°	—	drażniący	ostry zapach czosnkowy	—	—	Niemcy	1917	pociski	fran. „Sternite" niem. „Blaukreuz"
51	Bromoacetofenon .	$C_6H_5COCH_2Br$	198,97	—	260°	50°	wywołuje kichanie	—	—	—	—	—	—	
52	Żółty fosfor . . .	P_4	124,16	1,83	273°	44°	trujący	swoisty	—	0,2‰	jako materjał zapalający			
53	Dwufenylochloroarsina	$(C_6H_5)_2ClAs$	264,5	1,422	330°	38°	wywołuje kichanie	w rozcieńcz. słab. przyjem.	0,0001‰	—	Niemcy	1917	pociski	niem. „Blaukreuz" fran. „Sternite"
	Chloro-winylo-dwuchloro arsina . .	$Cl.CH.CH.AsCl_2$	207,35	—	93/26mm	4°	siln. parzący	pelargonji wzgl. geranji	—	w czasie wojny nie był stosowany				„Luizyt"
54	Dwu-chloro dwuwinylo chloro-arsina	$(C_2H_2Cl)_2AsCl$	233,372	—	133°/26mm	—								
	Trójchloro trójwinylo-arsina . . .	$(C_2H_2Cl)_3As$	259,388	—	155°/26mm	3,5°								
55	Bromoaceton . . .	CH_3COCH_2Br	136,9	1,99	126°	— 54°	łzawiący	swoisty	0,001‰	5%	Fsancja	1915	pociski	niem. „B—Stoff" fran. „Martonite"
56	Bromocyjanek benzylu	$C_6H_5CHCNBr$	195,97	—	232°	29°	"	słaby, przyjemny zapach owoc.-miod.	—	—	"	1918	"	fran. „Kamit"
57	Dwufenylo-cyjanoarsina	$(C_6H_5)_2CNAs$	255,05	—	198°/15mm	31°	drażniący wyw. kich.	zapach czosn. i gorz. migdał.	0,0005‰	—	Niemcy	1918	"	niem. „Blaukreuz"
58	Chloronitrobenzol .	$NO_2C_6H_4CH_2Cl$	171,518	—	—	48°	siln. parzący	—	—	—	Francja	1915	"	fran. „Cedenite"
59	Etylokarbazol . .	$(C_6H_4)_2NC_2H_5$	195,114	—	190°/15mm	69°	drażniąco-trujący	—	—	—	Niemcy	1918	"	
60	Fenyloimidofosgen (chlorek fenylokarbolaminy) . .	$C_6H_5NCCl_2$	174,97	—	105/15mm	—	drażn. wywołuje wymioty	wstrętny zapach cebuli	0,005‰	—	"	1917	"	
61	Dwu-fenylo-amino-chloro-arsina . .	$(C_6H_4)_2NHAsCl$	277,5	—	—	194°	wywołuje kichanie	bez zapachu	—	—	Francja i Niemcy	1918	"	fran. „Adamsyt"
62	Jodek benzylu . .	$C_6H_5CH_2I$	217,9	1,7335	—	24°	łzawiący	—	—	—	Francja	1915	"	fran. „Fraissite"
63	Jodoaceton . . .	CH_2COCH_3I	173,96	2,17	—	—	"	drażn. swoist.	—	—	"	1915	"	

MIESZANKI CHEMICZNE ŚRODKÓW BOJOWYCH UŻYWANYCH PODCZAS WOJNY ŚWIATOWEJ.

SKŁAD MIESZANKI	Państwo	W jakiej postaci stosowano
Bromaceton 80% Chloraceton 20%	Francja	pociski artyler.
Chlor 50% Fosgen 50%	Anglja Niemcy	fale gazowe i miny
Chlor 70% Chloropikryna 30%	Anglja	fale gazowe
Chloropikryna 80% Czterochlorek cyny 20% . . .	Anglja Francja Ameryka	pociski artyler. i miny
Chloropikryna 75% Fosgen 25%	Anglja	„ „ „
Iperyt 80% Chlorobenzol 20%	Niemcy Francja Anglja Ameryka	pociski artyler.
Dwuchloetyloarsina 80% Eter dwuchloroetylowy 20% . . .	Niemcy	„ „
Kwas pruski 50% Chloroform 25% Trójchlorek arsenu 15% . . .	Anglja	„ „
Kwas pruski 50% Trójchlorek arsenu 30% Czterochlorek cyny 15% Chloroform 5% . . .	Francja	„ „
Fosgen 50% Trójchlorek arsenu 50% . . .	Anglja	„ „
Iperyt 80% Czterochlorek węgla 20% . . .	Niemcy Francja Anglja Ameryka	„ „
Fosgen 60% Czterochlorek cyny 40% . . .	Anglja Francja	„ „
Siarczan metylu 75% Chlorosiarczan metylu 25% . .	Francja	„ „

Używano również inne mieszanki

ŹRÓDŁA.

1. Własne notatki i spostrzeżenia autora z okresu wojny światowej.
2. „ „ autora z rocznego kursu szkoły broni chemicznej.
3. „ „ z prac autora z dziedziny wojny chemicznej.

LITERATURA W JĘZYKU POLSKIM.

1. *Inż. Wojnicz Sianożęcki* — „Chemja materjałów bojowych stosowanych w broni chemicznej".
2. *Prof. Karol Mouro* — „Chemja i wojna", przekład T. Zielińskiego.
3. *Inż. Wojnicz-Sianożęcki i inż. Sarnek* — „Wojna chemiczna i obrona kraju".
4. *Dr. S. Marzecki* — „Ogólne zasady toksykologji, oraz patologji i terapji zatruć gazami bojowemi".
5. *Prof. Włodz. Lindeman* — „Toksykologja chemicznych środków bojowych".
6. „ „ „ — „Podstawy ratownictwa zatrutych gazami".
7. *Dr. St. Paradistal* — „Klinika gazów bojowych w zarysie"
8. *Prof. J. Muszyński* — „O gazach trujących".
9. *Inż. T. Kalusiński* — „Krótki zarys chemji gazów i dymów bojowych".
10. *Dr. Ant. Korczyński* — „Ćwiczenia w syntezie lotnych trucizn bojowych".
11. *por. Zygfryd Bartel* — „Broń chemiczna".
12. *Dr. Mieczysław Jankowski* — „Iperyt i jego działanie"
13. *ppułk. W. Jasiński* — „Taktyka broni chemicznej", wyd. 1923, 1925 i 1933.
14. *mjr. Bronisław Sypniewski* — „Technika walki chemicznej".
15. *pułk. Adolf Małyszko* — „Wojna współczesna".
16. „ „ „ — „Wojna chemiczna", wyd. 1923 i 1924.
17. *kpt. Bronisław Rudnicki* — „Obrono przeciwgazowa".
18. *kpt. Zdzisław Marynowski* — „Ćwiczenia przeciwgazowe w obrazach".
19. „ „ „ — „Wskazówki do wyszkolenia w obron. przeciwgazowej".
20. „ „ „ — „Pomieszczenia przeciwgazowe".
21. Instrukcja ze stacji meteorologicznej sieci polskiej.
22. *Prof. K. Szulc* — „Klimat i czynności pogody".
23. *Prof. Stef. Hłasek-Hłasko* — „Wskazówki meteorologiczne w zastosowaniu wojennem".
24. *kpt. inż. H. Mączyński* — „Chemja gazów bojowych".
25. *Gener. M. Hoffman* — „Wspomnienia" (wojna wśród niewyzyskanych sposobności), tłumacz. z niemieck. inż. T. Bałabana.
26. *Abżołtowski* — „lotnictwo w wojnie współczesnej".
27. *kpt. M. Marcks* — „Natarcie i obrona w wielkiej wojnie", tłum. z niemieck. pułk. S. G. Stachewicz.

28. *Inż. Eug. Kwiatkowski* — „Zagadnienia przemysłu chemicznego na tle wielkiej wojny".
29. Kwartalniki Przeglądu Wojskowego.

LITERATURA W JĘZYKACH OBCYCH.

1. *Freis. A. and West. C.* — „Chimiczeskaja wojna", przekład z ameryk. dzieła.
2. *Bargendorf* — „Der chemische Krieg".
3. *A. Aksiomow* — „Bojewyje otrawlajuszczije wieszczestwa".
4. *Dr. Jul. Meyer* — „Der Gaskampf und die chemischen Kampfstoffe" tom I i II.
5. *Terrau* — „Chimiczeskaja wojna", przekł. z angielskiego.
6. *Fiszman* — „Gazowaja wojna".
7. *K. Gejer* — „Chimiczeskaja wojna".
8. *E. Zmysłowskij* — „Wojenno-chemiczeskoje dieło".
9. *I Fiszman* — „Chimiczeskoje orużije".
10. *W. Bataszew* — „Bojewyje gazy".
11. *A. Syromiatnikow* — „Ogniewaja, dymowaja i gazowaja zawiesa".
12. „ — Chimiczeskaja borba".
13. *A. Nagornyj* — „Diejstwie otrawlajuszczich wieszczestw na organizm człowieka".
14. *A. Goriainow* — „Uduszliwyje gazy"
15. *W. Arkadiew* — „Nauczno-techniczeskije osnowy gazowoj borby".
16. *G. Chłopin* — „Wojenno-sanitarnyje osnowy protiwogazowago dieła".
17. *N. Jacuk* — „Awiacja i chimia".
18. *N. Jacuk* — „Taktika wozdusznago floty".
19. *A. Siergiejew* — „Strategia i taktika krasnago wozdusznago floty".
20. *M. Nikolskij* — „Woprosy taktiki bombardirowocznoj awiacji".
21. *E. Burcze* — „Wozdusznyj flot i wojennaja maskirowka".
22. *A. Syromiatnikow* — „Takticzeskoje primienienje chimiczeskich sredstw w boju".
23. *B. Bołdyrew* — „Udarnyje wojska i ogniemioty", przekł. z niemieck.
24. *W. Marcinkowskij* — „Osnownyje elementy deszifrowania po aerosnimkam wojennych objektow i maskirowka".
25. *I. Marchilewicz i Kułakow* — „Otrawlajuszczije wieszczestwa w atmosfere".
26. *P. Ejdeman* — „Chimja w wojnie buduszczaho".
27. *W. Popow* — „Chimja w mirnoj żizni i na wojnie". wyd. I i wyd. II.
29. Państwowe wydanie — „Rukowodstwo po chimiczeskoj służbie w P. K. K. A." inspekcja chimiczeskoj podgotowki.
30. *Prof. Andriejew* — „Lekcja o wlijaniu uduszliwych gazow na organizm człowieka i pierwaja pomoszcz".
31. *Prof. Gerke* — „Lekcja uduszliwyje gazy i sposoby borby s nimi".
32. *Prof. Usow* — „Lekcja ob uduszliwych gazach".
33. *P. Leonow* — „Kratkije prakticzeskije świedenja po poczinkie suchich protiwogazow".
34. *I. Wacetis* — „O wojennoj doktrinie buduszczaho" i inne.

SPIS RZECZY.

CZĘŚĆ I OGÓLNA.

CZĘŚĆ II SZCZEGÓŁOWA.